

2256

ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ

Кафедра Механизации животноводства и переработки  
сельскохозяйственной продукции

Рег. № ППМП.03-28

«30» 08 2023 г.

УТВЕРЖДАЮ:

и.о. директора Института  
экологической и пищевой



ФГОС 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.28 Процессы и аппараты пищевых производств

19.03.03 Продукты питания животного происхождения

Код и наименование направления подготовки

профиль: **Технология мясных и молочных продуктов**

(профиль и виды деятельности)

Курс: 3

Семестр: 5

Институт экологической  
и пищевой биотехнологии

очная

Форма обучения

Объем дисциплины (модуля)

Вид занятий	Объем занятий [зачетных ед./часов]			Семестр
	очная	заочная	Очно-заочная	
<b>Общая трудоемкость по учебному плану</b>	3/108			<b>5</b>
В том числе,				
<b>Контактная работа</b>	58			
Занятия лекционного типа	18			
Занятия семинарского типа	40			
<b>Самостоятельная работа, всего</b>	50			
В том числе:				
Курсовой проект (курсовая работа)	-			
Контрольная работа / реферат	К			<b>5</b>
Форма контроля				
Экзамен (зачет)	Экзамен			<b>5</b>

Новосибирск 2023

Рабочая программа составлена на основании требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования к содержанию и уровню подготовки выпускников по направлению подготовки 19.03.03 Продукты питания животного происхождения, утвержденного приказом Минобрнауки России от 11.08.2020 №936

**Программу разработал(и):**

Доцент кафедры МЖиПСХП,

канд. техн. наук

(должность)



подпись

А.А. Мезенов

ФИО

**1. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с результатами освоения образовательной программы**

Дисциплина Процессы и аппараты пищевых производств в соответствии с требованиями ФГОС ВО направлена на формирование следующей компетенции (ОПК-2, ОПК -3):

Таблица 1. Связь результатов обучения с приобретаемыми компетенциями

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
<b>ОПК-2</b> Способен применять основные законы и методы исследований естественных наук для решения задач профессиональной деятельности	<b>ИОПК 2.1</b> Использует основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	<b>знать:</b> основные законы преобразования энергии; законы термодинамики и тепломассообмена; термодинамические процессы и циклы; <b>уметь:</b> решать типовые задачи по теплотехнике; проводить термодинамические расчеты рабочих процессов в теплотехнических устройствах, применяемых в отрасли; проводить расчеты теплообменных аппаратов <b>владеть:</b> - навыками определения термодинамических параметров с помощью диаграмм и таблиц; методикой расчета теплообменного оборудования
	<b>ОПК-3</b> Способен создавать и поддерживать безопасные условия выполнения производственных процессов	<b>ИОПК 3.1</b> Знает принципы формирования безопасных условий труда
	<b>ИОПК 3.2</b> Демонстрирует знание проведения профилактических мероприятий по предупреждению производственного травматизма и профессиональных заболеваний..	<b>Знать:</b> -состояние механизации и автоматизации производственных процессов в животноводстве в России и за рубежом. <b>Уметь:</b> устанавливать основные параметры микроклимата в помещениях животноводческой фермы. - Владеть: использованием в животноводстве дезинфекционной техники и мобильных ветеринарно-санитарных агрегатов.

**2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Б1.О.28 Процессы и аппараты пищевых производств относится к дисциплинам обязательной части.

Данная дисциплина опирается на курсы дисциплин: «Физика», «Механика» и является основой для последующего изучения дисциплины: «Технологическое оборудование мясной и молочной отрасли».

### 3. Содержание дисциплины

Распределение часов по темам и видам занятий представляется в таблице 2 по каждой форме обучения (очная, заочная):

Таблица 2. Очная форма

№ п/п	Наименование разделов и тем	Кол-во часов				Форм. компетенции (ОК, ОПК, ПК)
		Л	ПЗ	СР	Всего	
5 семестр						
Раздел 1. Введение.						
1.1	Характеристика пищевого сырья и продуктов Основные законы технологических процессов.	1	-	-	1	ОПК -2; ОПК -3
1.2	Моделирование процессов и аппаратов Методы расчета и проектирования процессов и аппаратов. Основные положения теории подобия	1	-	-	1	ОПК -2; ОПК -3
Раздел 2. Гидромеханические процессы						
2.1	Законы гидростатики. Основные законы гидродинамики	2	4	-	6	ОПК -2; ОПК -3
2.2	Фильтрация. Разделение газовых неоднородных систем	1	2	1	4	ОПК -2; ОПК -3
2.3	Псевдоожижение	1	4	1	6	ОПК -2; ОПК -3
2.4	Мембранные процессы	1	2	1	4	ОПК -2; ОПК -3
Раздел 3. Теплообменные процессы						
3.1	Основные законы теплопередачи	1	4	1	6	ОПК -2; ОПК -3
3.2	Выпаривание. Конденсаторы и конденсация	1	2	1	4	ОПК -2; ОПК -3
Раздел 4. Массообменные процессы						
4.1	Основы теории массопередачи. Абсорбция, Адсорбция	2	4	1	7	ОПК -2; ОПК -3
4.2	Экстракция, Перегонка и ректификация, Кристаллизация	2	4	1	7	ОПК -2; ОПК -3
4.3	Сушка пищевого сырья	1	4	1	6	ОПК -2; ОПК -3
Раздел 5. Механические процессы						
5.1	Измельчение твердого пищевого сырья. Классификация	2	4	1	7	ОПК -2; ОПК -3
5.2	Перемешивание пищевых сред	1	4	1	6	ОПК -2; ОПК -3

.						
5.3	Обработка материалов давлением	1	2	1	4	ОПК -2; ОПК -3
.						
	Итого:	18	40	11	10 8	
<i>Контрольная работа</i>				12		
<i>Промежуточная аттестация: экзамен</i>				27		

Учебная деятельность состоит из лекций, лабораторных занятий, самостоятельной работы, контрольной работы.

### **3.1.Содержание отдельных разделов и тем**

**1. Введение.** Предмет, основные понятия. Процессы как средства выполнения технологических операций. Классификация процессов.

#### **1.1. Характеристика пищевого сырья и продуктов Основные законы технологических процессов.**

Основные свойства пищевых продуктов и сырья. Плотность сыпучих материалов, растворов суспензий, сахарных сиропов, газов. Удельный вес, вязкость воды, концентрированной суспензии. Поверхностное натяжение, теплоемкость соков, молока с сахаром, томатной пасты. Классификация процессов пищевых производств: по организационно – технической структуре процессов, по изменению параметров процессов во времени, по кинетическим закономерностям. Основные законы науки о процессах и аппаратах.

#### **1.2. Моделирование процессов и аппаратов. Методы расчета и проектирования процессов и аппаратов. Основные положения теории подобия.**

Методы исследования процессов и аппаратов. Математическое и физическое моделирование.

Анализ и расчёт процессов и аппаратов. Кинематические закономерности. Движущая сила процесса. Тепловой баланс. Определение основных размеров аппаратов. Три теории подобия.

### **2. Гидромеханические процессы**

#### **2.1 Законы гидростатики. Основные законы гидродинамики**

Основные определения гидравлики. Основное уравнение гидростатики, закон Паскаля. Эпюры гидростатического давления. Сила давления на стенки. Дифференциальные уравнения Эйлера для равновесного состояния жидкости. Обобщенное дифференциальное уравнение равновесия жидкости и его решение для частных случаев. Устройство гидравлических машин: пресса, аккумулятора и мультипликатора.

Основные понятия гидродинамики. Дифференциальные уравнения Эйлера для установившегося потока идеальной жидкости. Уравнение Бернулли для

потока идеальной и реальной жидкости. Практические приложения уравнения Бернулли: расходомер Вентури, пневмометрическая трубка Пито. Истечение жидкости при постоянном и переменном напоре. Гидравлические сопротивления в трубопроводах и их расчет

## **2.2 Фильтрование. Разделение газовых неоднородных систем.**

Разделение неоднородных систем. Классификация неоднородных систем. Суспензии, эмульсии, пены, дымы, туманы. Методы разделения: осаждение, фильтрование. Кинетика разделения неоднородных систем. Кинетика фильтрования. Движущая сила и скорость процесса разделения. Разделение гетерогенных жидкостных систем. Процессы разделения в поле силы тяжести. Материальный баланс процессов разделения. Фильтрование. Разделение в поле центробежных сил. Разделение газовых систем.

## **2.3. Псевдооживление**

Процесс псевдооживления двухфазных систем. Физические основы псевдооживления Классификация аппаратов с псевдооживленным слоем

## **2.4. Мембранные процессы**

Классификация мембранных процессов. Обратный осмос, ультрафильтрация, микрофильтрация, электродиализ, испарение через мембрану, диффузионное разделение газов. Роль, значение и области применения мембранных процессов в современной науке и технике. Типы мембран пористые и непористые перегородки и их основные свойства и характеристики. Механизм переноса через пористые и непористые перегородки при разделении газов и жидких смесей. Кинетика мембранных процессов. Основные кинетические уравнения. Методика расчета мембранных процессов и аппаратов вытеснения. Пути интенсификации массообмена через мембраны. Аппаратура. Классификация и основные конструктивные типы: плоскостные, рулонные, трубчатые, с полыми волокнами. Принципиальные схемы мембранных установок.

## **3. Теплообменные процессы**

### **3.1. Основные законы теплопередачи**

Общие сведения о тепловых процессах. Основы теплопередачи. Основные критерии теплового подобия. Назначение и способы тепловой обработки. Механизм переноса теплоты. Теплоотдача и теплопередача. Теплопроводность. Температурный градиент. Закон Фурье. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Уравнения Ньютона - Рихмана. Коэффициент теплоотдачи. Основное уравнение теплопередачи.

### **3.2. Выпаривание. Конденсаторы и конденсация**

Назначение и технические методы выпаривания. Выпаривание под вакуумом, при избыточном давлении, при атмосферном давлении. Схема однокорпусной вакуум-выпарной установки. Барометрический конденсатор /устройство, назначение и расчет/. Циркуляция раствора в выпарном аппарате. Расчет однокорпусной выпарной установки. Материальный и тепловой балансы. Расход греющего пара. Общая и полезная разность температур. Температурные потери. Устройство конденсаторов.

## **4. Массообменные процессы**

### **4.1. Основы теории массопередачи. Абсорбция, Адсорбция**

Законы фазового равновесия. Материальный баланс и уравнение рабочей линии. Направление процессов массопереноса, их обратимость. Механизмы переноса массы.

Уравнение массоотдачи. Коэффициенты массоотдачи. Движущая сила процесса. Уравнение массопередачи. Коэффициенты массопередачи и их выражения. Связь между коэффициентами массопередачи и коэффициентами массоотдачи. Молекулярная диффузия. Закон Фика. Характеристика процесса и области его применения. Выбор абсорбента. Физическая абсорбция и абсорбция, сопровождаемая химической реакцией. Равновесие между фазами. Влияние температуры и давления на равновесие. Материальный баланс и уравнение рабочей линии. Общая характеристика процесса. Промышленные адсорбенты и их основные свойства. Изотермы адсорбции. Тепловой эффект адсорбции. Динамическая активность адсорбента.

### **4.2. Экстракция, Перегонка и ректификация, Кристаллизация**

Общая характеристика процесса экстрагирования и растворения, области применения. Растворение и выщелачивание при наличии химической реакции. Математические модели процессов экстрагирования и растворения, расчет основных размеров аппаратов. Простая перегонка. Материальный баланс. Фракционированная перегонка. Перегонка под вакуумом. Молекулярная дистилляция. Перегонка с водяным паром.

Ректификация. Физические основы ректификационных процессов. Схемы установок для непрерывной и периодической ректификации.

Общая характеристика процессов кристаллизации из растворов. Материальный и тепловой баланс кристаллизатора. Кинетика процесса кристаллизации. Скорость роста кристаллов. Диффузионное



сопротивление и сопротивление, обусловленное кристаллохимической реакцией на поверхности. Движущая сила процесса.

#### **4.3. Сушка пищевого сырья**

Общая характеристика процесса. Общая схема конвективной сушки. Свойства влажного воздуха. Материальный и тепловой баланс конвективной сушки. Испарение влаги с поверхности и перемещение влаги внутри материала. Кинетика процесса сушки. Формы связи влаги с материалом. Движущая сила процесса. Критическая и равновесная влажности материала. Кривая сушки и кривая изменения температуры высушиваемого образца. Кривые скорости сушки. Классификация и конструкции конвективных сушилок. Распылительные сушилки. Контактная сушка. Специальные методы сушки. Сублимационная сушка. Сушка инфракрасными лучами. Сушка токами высокой частоты.

### **5. Механические процессы**

#### **5.1. Измельчение твердого пищевого сырья. Классификация.**

Измельчение, классификация твердых материалов. Физические основы измельчения. Конструкции и принципы работы. Классы и степень измельчения. Способы измельчения. Основы теории измельчения. Резание. Работа резания. Машины для измельчения материалов. Сортирование по размерам и форме частиц. Ситовой анализ. Схемы просеивающих машин.

#### **5.2. Перемешивание пищевых сред**

Процесс перемешивания в пищевой промышленности. Интенсивность и эффективность перемешивания. Технологические способы перемешивания: пневматическое, циркуляционное и механическое. Пусковой и рабочий периоды перемешивания. Типы аппаратов, применяемых для перемешивания.

#### **5.3. Обработка материалов давлением**

Прессование. Обезвоживание под давлением. Брикетирование. Оборудование для обработки продуктов прессованием. Основные факторы, влияющие на прессование. Аппараты для прессования.

### **4. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

#### **4.1. Список основной литературы**

Вобликова, Т. В. Процессы и аппараты пищевых производств : учебное пособие / Т. В. Вобликова, С. Н. Шлыков, А. В. Пермяков. — 4-е изд., перераб. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 204 с. — ISBN 978-5-8114-4163-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/206393>

#### **4.2. Список дополнительной литературы**

Алексеев, Г. В. Виртуальный лабораторный практикум по курсу «Процессы и аппараты пищевых производств» : учебное пособие / Г. В. Алексеев, И. И. Бриденко, Н. И. Лукин. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 144 с. — ISBN 978-5-8114-1135-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная



2. Процессы и аппараты пищевых производств и биотехнологии :учебное пособие / Д.М. Бородулин, М.Т. Шульбаева, Е.А. Сафонова, Е.А. Вагайцева. – 3-е изд., стер. – Санкт – Петербург: Лань, 2020. – 292 с. – ISBN 978-5-8114-5136-4. – Текст : электронный // Лань : электронно – библиотечная система – URL: <https://e.lanbook.com/book/132259>

#### **4.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

Таблица 3. Перечень информационных ресурсов

№ п/п	Наименование	Адрес
1.	Официальный сайт Минсельхоза России	<a href="http://www.mcx.ru/">http://www.mcx.ru/</a>
2.	Аграрная российская информационная система	<a href="http://aris.ru/">http://aris.ru/</a>
3.	Единый сервисный портал Минсельхоза России	<a href="http://service.mcx.ru/Home/RegistersAndRegisters">http://service.mcx.ru/Home/RegistersAndRegisters</a>
4.	Научная электронная библиотека eLibrary.ru	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>
5.	ЭБС Издательство «Инфра-М»	<a href="http://znanium.com">http://znanium.com</a>
6.	ЭБС Издательства "Лань"	<a href="http://e.lanbook.com">e.lanbook.com</a>

#### **4.4. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины и самостоятельной работы**

**1. Процессы и аппараты:** : Методические рекомендации для выполнения контрольной работы / Новосибирск гос. аграр. ун-т. Инж. ин-т; Сост.: А.А. Мезенов. - Новосибирск. 2015. - 45 с.

**2. Мефодьев М.Н., Мезенов А.А.** Процессы и аппараты пищевых производств в агропромышленном комплексе: лекционный курс / Новосиб. гос. аграр. ун-т. Инженер. Ин-т. – Новосибирск, 2015. – 150 с.

**3. Журнал лабораторно-практических работ** по курсу «Процессы и аппараты пищевых производств» : / Новосиб. гос. аграр. ун-т. Инж. ин-т; Сост.: М.Н. Мефодьев. – Новосибирск, 2015 - 20 с.

**4. Процессы и аппараты пищевых производств:** практикум / Новосиб. гос. аграр. ун-т; сост.: М.Н. Мефодьев, А.А. Мезенов, Е.А. Пшенов. – Новосибирск, 2016. – 96 с

#### **4.5. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, наглядных пособий**

1. Применение проекционного экрана и проектора для демонстрации презентаций и видеоматериалов.

2. Применение макетов оборудования;

3. Использование малогабаритного технологического оборудования.

Таблица 4. Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п/п	Наименование	Кол-во ключей	Тип лицензии или правообладатель
1.	MS Windows 2007	8	Microsoft
2.	MS Office 2007 prof (Word, Excel, Access, PowerPoint)	8	Microsoft
3.	КОМПАС-3D	8	АСКОН
4.	SunRav	не ограничено	SunRav
5.	Файловый менеджер FreeCommander	8	Бесплатная

Таблица 5. Перечень плакатов (по темам), карт, стендов, макетов, презентаций, фильмов и т.д.

№ п/п	Тип	Наименование	Примечание
1.	Видеофильм	Адсорбция	MP4 / 16 мин;
2.	Видеофильм	Выпаривание	MP4 / 0,50 мин;
3.	Видеофильм	Выпаривание под вакуумом	MP4 / 0,30 мин
4.	Видеофильм	Обратный осмос	MP4 / 1,41мин
5.	Презентация	Введение. Гидравлика.	16 слайдов
6.	Презентация	Неоднородные системы и методы их разделения	19 слайдов
7.	Презентация	Тепловые и массообменные процессы	17 слайдов
8.	Презентация	Механические процессы	9 слайдов

## 5. Описание материально-технической базы

Таблица 6. Перечень используемых помещений:

№ аудитории	Тип аудитории	Перечень оборудования
Н-203	Учебная аудитория: аудитория для промежуточной аттестации, занятий семинарского типа, текущего контроля, групповых и индивидуальных консультаций	Мебель учебная – 10 шт.; доска маркерная; компьютер – 7 шт.; телевизор; 3D-принтер, 3D-сканер – 7 шт.; сканер.
Н-128	«Лаборатория средств переработки сельскохозяйственной продукции»: аудитория для промежуточной аттестации, занятий семинарского типа, текущего контроля,	Мебель учебная – 5 шт.; телевизор; тестомес, хлебопекарный шкаф ХПЭ-500, дымогенератор, коптильная камера, холодильный шкаф ШХСн-37М, микроволновая печь, комплект оборудования Бавария 50; установка по исследованию вентиляции, сепаратор сливкоотделитель

	групповых и индивидуальных консультаций	«Нептун», холодильник «Атлант», шкаф холодильный «Polair».
Н-102	«Лаборатория теплотехники и теплофизики»: аудитория для занятий лекционного типа, промежуточной аттестации, занятий семинарского типа, текущего контроля, групповых и индивидуальных консультаций	Мебель учебная – 17 шт.; доска ученическая; телевизор; наглядные пособия (комплект); стенды (комплект).
Н-104	«Лаборатория гидравлики и гидрогазодинамики»: аудитория для занятий лекционного типа, промежуточной аттестации, занятий семинарского типа, текущего контроля, групповых и индивидуальных консультаций	Мебель учебная – 16 шт.; доска маркерная; телевизор; наглядные пособия (комплект); стенды (комплект).

## 6. Порядок аттестации студентов по дисциплине

*Для аттестации студентов по дисциплине (модулю) используется традиционная система контроля и оценки успеваемости обучающихся.*

## 7. Согласование рабочей программы

Соответствует учебному плану, утвержденному Ученым советом ФГБОУ ВО Новосибирского ГАУ, протокол от « 25 » мая 2023 г. № 5

Рабочая программа обсуждена и утверждена  
на заседании кафедры  
протокол от « 28 » августа 2023 г. № 12

Заведующий кафедрой МЖиПСХП

(должность)



подпись

А.А. Мезенов

ФИО

Председатель учебно-методического  
совета

(должность)



подпись

О.В. Лисиченок

ФИО

Рабочая программа обсуждена и соответствует учебному плану, утвержденному Ученым советом ФГБОУ ВО Новосибирского ГАУ, протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ № \_\_\_\_.

Изменений не требуется/изменения внесены в раздел(-ы): \_\_\_\_\_

нужное подчеркнуть

Председатель учебно-методического  
совета (комиссии)

(должность)

подпись

ФИО

Рабочая программа обсуждена и соответствует учебному плану, утвержденному Ученым советом ФГБОУ ВО Новосибирского ГАУ, протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ № \_\_\_\_

Изменений не требуется/изменения внесены в раздел(-ы): \_\_\_\_\_

нужное подчеркнуть

Председатель учебно-методического  
совета (комиссии)

(должность)

подпись

ФИО