

## ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ

Кафедра Механизации животноводства и переработки  
сельскохозяйственной продукцииРег. № ТМ и МП и. 03-28« 07 » 10 2022 г.

УТВЕРЖДАЮ:

Декан Биолого-  
технологического факультета  
Жучаев К.В.

Биолого-технологический факультет  
переименован в Институт экологической  
и пищевой биотехнологии в соответствии  
с приказом ректора ФГБОУ ВО  
Новосибирский ГАУ от 28.04.2023г. № 234-О



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: 2Семестр: 4

БТФ

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			4
В том числе,				
<b>Контактная работа</b>	58			
Занятия лекционного типа	18			
Занятия семинарского типа	40			
<b>Самостоятельная работа, всего</b>	50			
<b>В том числе:</b>				
Курсовой проект (курсовая работа)	-			
Контрольная работа / реферат	К.р.			4
Форма контроля				
Экзамен (зачет)	Экзамен			4

Новосибирск 2022

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.  <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 базовой части.



Данная дисциплина опирается на курсы дисциплин: «Физика» «Химия» и является основой для последующего изучения дисциплины: «Технологическое оборудование в мясной отрасли», «Технологическое оборудование в 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	
Контрольная работа				12		
Промежуточная аттестация: экзамен				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 Фильтрация. Разделение газовых неоднородных систем.**

Разделение неоднородных систем. Классификация неоднородных систем. Суспензии, эмульсии, пены, дымы, туманы. Методы разделения: осаждение, фильтрация. Кинетика разделения неоднородных систем. Кинетика фильтрации. Движущая сила и скорость процесса разделения. Разделение гетерогенных жидкостных систем. Процессы разделения в поле силы тяжести. Материальный баланс процессов разделения. Фильтрация. 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, 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 твёрдых 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., стер. — 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



система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210719>

2. Процессы и аппараты пищевых производств и биотехнологии :учебное пособие / Д.М. Бородулин, М.Т. Шулбаева, 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 FreeCommande	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-128 «Лаборатория процессов и аппаратов пищевых производств»	Аудитория для занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации	Оборудована: тестомес, хлебопекарный шкаф ХПЭ-500, дымогенератор, коптильная камера, холодильный шкаф ШХСн-37М, микроволновая печь, линия фасовочная (дозатор жидких и вязких продуктов), комплект оборудования Бавария 50, установка по исследованию вентиляции.
Н-203 «Учебная аудитория»	Аудитория для курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций, для самостоятельной работы	Оборудована: рабочие места с компьютером (8 шт.), телевизор, сетевой принтер, принтер 3D (7 шт.), телевизор.
Н-102 «Лаборатория теплотехники и	Аудитория для занятий лекционного и	Оборудована: телевизор, доска учебная, ноутбук переносной, лабораторные



теплофизики».	семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.	установки: - определения теплоемкости, показателя адиабаты, энтальпии и внутренней энергии; - определения коэффициента теплоотдачи; - определения для испытания нагревательного прибора; - исследования теплопередачи водяного теплообменника; - испытание центробежного вентилятора; - исследование процесса парообразования и конденсации.
Н-104 «Лаборатория гидравлики и гидрогазодинамики»	Аудитория для занятий лекционного и семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации	Оборудована: видеопроектор, интерактивная доска, доска учебная, ноутбук переносной, лабораторные установки: - исследование работы гидростатических машин; - определению силы давления на стенку; - исследование относительного покоя жидкости; - определение числа Рейнольдса; - НТЦ 17.000 «Гидравлика»; - определение сопротивления трению труб.

## 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 « 29 » сентября 2022 г. № 7

Рабочая программа обсуждена и утверждена  
на заседании кафедры  
протокол от « 4 » октября 2022 г. № 2

Заведующий кафедрой МЖиПСХП

(должность)



подпись

А.А. Мезенов

ФИО

Председатель учебно-методического  
совета, д.б.н., профессор

(должность)



подпись

М.Л. Кочнева

ФИО