

2607

**ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ**  
**Кафедра Механизации животноводства и переработки сельскохозяйственной**  
**продукции**

Рег. № ТМТА.03-30  
«17.06» 2024г.

**УТВЕРЖДАЮ:**  
и.о. директора Института  
экологической и пищевой  
биотехнологии  
**Н.Г. Ворожейкина**



**ФГОС 2017 г.**  
**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ(МОДУЛЯ)**

Б1.О.30 Процессы и аппараты перерабатывающих производств  
Шифр и наименование дисциплины

35.03.07Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции  
Код и наименование направления подготовки

Технологический аудит  
Направленность (профиль)

Курс: 2

Семестр: 4

Институт экологической и пищевой  
биотехнологии

очная,

очная, заочная, очно-заочная

**Объем дисциплины (модуля)**

Вид занятий	Объем занятий [зачетных ед./часов]			Семестр
	очная	заочная	очно-заочная	
<b>Общая трудоемкость по учебному плану</b>	2/72			4
В том числе,				
<b>Контактная работа</b>	28			
Занятия лекционного типа	10			
Занятия семинарского типа	18			
<b>Самостоятельная работа, всего</b>	44			
В том числе:				
Курсовой проект / курсовая работа				
Контрольная работа / реферат / РГР	К			4
Форма контроля экзамен / зачет / зачет с оценкой	3			4

Новосибирск 2024

Рабочая программа составлена на основании требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - по направлению подготовки 35.03.07Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции утвержденного приказом Минобрнауки России от 17 июля 2017 г. N 669

**Программу разработал(и):**

Зав. кафедры МЖПСХП,

канд. техн. наук, доцент

(должность)



подпись

А.А. Мезенов

ФИО

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

Дисциплина Процессы и аппараты перерабатывающих производств в соответствии с требованиями ФГОС ВО и с учетом ПООП (при наличии) направлена на формирование следующих компетенций (ОПК-4):

Таблица 1. Связь результатов обучения с приобретаемыми компетенциями

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
<b>ОПК-4</b> Способен реализовывать современные технологии и обосновывать их применение в профессиональной деятельности	<b>ИОПК 4.1</b> Обосновывает использование современных технологий производства, переработки и хранения сельскохозяйственной продукции.	Знать: - классификацию процессов пищевых технологий, основные закономерности их протекания; - движущие силы технологических процессов; - принципы подобия при переносе результатов, полученных на моделях, в производственные условия.  Уметь: - анализировать факторы влияния на протекание процессов; - оценивать причины возникновения ситуаций при протекании процессов пищевых производств  Владеть: современными технологиями производства, переработки и хранения сельскохозяйственной продукции.
	<b>ИОПК 4.2</b> Знает принципы реализации и применения современных технологий профессиональной деятельности. В	Знать: - основные типы аппаратов и других устройств для реализации заданных технологий; - алгоритмы решения задач, связанных со скоростью технологических процессов. Уметь: - решать задачи на оценку материального и энергетического баланса; - проводить лабораторные исследования с целью получения информации, отсутствующей в справочной литературе.  Владеть: принципами реализации и применения современных технологий в профессиональной деятельности.

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

Дисциплина Процессы и аппараты перерабатывающих производств относится к обязательной части.

Данная дисциплина опирается на курсы дисциплин: Физика, Химия, Математика и является основой для последующего изучения дисциплин: Оборудование перерабатывающих производств, Технология первичной переработки продукции животноводства.

## 3. Содержание дисциплины (модуля)

Распределение часов по темам и видам занятий представляется в таблице 2 по каждой форме обучения.

Таблица 2. Очная форма

№ п/п	Наименование разделов и тем	Количество часов				Формируе- мые компе- тенции
		Лекции (Л)	Вид занятия (ЛР)	Самост. работа (СР)	Всего по теме	
1	2	3	4	5	6	7
<b>очная</b>						
1	Основные законы технологических процессов перерабатывающих производств	1	4	4	9	ОПК-4
2	Законы гидростатики. Основные законы гидродинамики	1	2	4	7	ОПК-4
3	Гидромеханические процессы	2	2	4	8	ОПК-4
4	Теплообменные процессы	2	4	4	10	ОПК-4
5	Массообменные процессы	2	4	3	9	ОПК-4
6	Механические процессы	2	2	4	8	ОПК-4
	Подготовка и написание контрольной работы			12	12	
	Подготовка к зачету			9	9	
	Итого	10	18	44	72	

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

### 3.1.Содержание отдельных разделов и тем

1. Основные законы технологических процессов перерабатывающих производств.

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. 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

## 3. Гидромеханические процессы

### 3.1 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.

### 3.2. Псевдооживление

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

### 3.3. 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.

#### **4. Теплообменные процессы**

##### **4.1. 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.

##### **4.2. 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.

#### **5. Массообменные процессы**

##### **5.1. 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.

## 5.2. 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.

## 5.3. Сушка пищевого сырья

Общая характеристика процесса. Общая схема конвективной сушилки. Свойства влажного воздуха. Материальный и тепловой баланс конвективной сушилки. 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.

## 6. Механические процессы

### 6.1. 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.

### 6.2. 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.

### 6.3. 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

✓ 1. Процессы и аппараты пищевой технологии : учебное пособие / С. А. Бредихин, А. С. Бредихин, В. Г. Жуков, Ю. В. Космодемьянский. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 544 с. — ISBN 978-5-8114-1635-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211625>

### 4.2. Список дополнительной литературы

✓ 1. Гнездилова, А.И. Процессы и аппараты пищевых производств : учебное пособие / А.И. Гнездилова. — Вологда : ВГМХА им. Н.В. Верещагина, 2018. — 115 с. — ISBN 978-5-98076-276-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/130714>





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>

3. Процессы и аппараты пищевых производств и биотехнологии / Д. М. Бородулин, М. Т. Шулбаева, Е. А. Сафонова, Е. А. Вагайцева. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 292 с. — ISBN 978-5-507-46311-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/305954>.

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

Таблица 3. Перечень информационных ресурсов

№ п/п	Наименование	Адрес
1.	ЭБС издательства «ИНФРА-М»	<a href="http://znanium.com">znanium.com</a>
2.	ЭБС издательства «Лань»	<a href="http://e.lanbook.com">e.lanbook.com</a>
3.	Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии РОССТАДАРТ	<a href="http://www.gost.ru/">http://www.gost.ru/</a>

#### 4.4. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля) 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. 2019. - 44 с.

2. Мезенов А.А., Диденко А.А. Процессы и аппараты перерабатывающих производств: лекционный курс / Новосиб. гос. аграр. ун-т. Инженер. Ин-т. – Новосибирск, 2019. – 150 с.

3. Журнал лабораторно-практических работ по курсу «Процессы и аппараты перерабатывающих производств» : / Новосиб. гос. аграр. ун-т. Инж. ин-т; Сост.: А.А. Мезенов. – Новосибирск, 2019 - 36 с.

4. Процессы и аппараты пищевых производств: практикум / Новосиб. гос. аграр. ун-т; сост.: А.А. Мезенов, А.А. Диденко, Е.А. Пшенов. – Новосибирск, 2019. – 96 с

#### 4.5. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень лицензионного и свободно распространяемого 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 и свободно распространяемого программного обеспечения

№ п/п	Наименование	Тип лицензии или правообладатель
1.	<i>MS Windows 2007</i>	<i>Microsoft</i>
2.	<i>MS Office 2007 prof (Word, Excel, Access, PowerPoint)</i>	<i>Microsoft</i>
3.	КОМПАС-3D	8
4.	SunRav	не ограничено
5.	Файловый менеджер FreeCommander	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 средств переработки сельскохозяйственной продукции»	аудитория для промежуточной аттестации, занятий семинарского типа, текущего контроля, групповых и индивидуальных консультаций	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 сливоотделитель «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 используется традиционная система контроля и оценки успеваемости обучающихся.

## 7. Согласование рабочей программы

Соответствует учебному плану, утвержденному Ученым советом ФГБОУ ВО Новосибирского ГАУ, протокол от «3» июня 2024 г. № 5

Рабочая программа обсуждена и утверждена  
на заседании кафедры  
протокол от «7» июня 2024 г. № 11

Заведующий кафедрой

(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\_\_ г. № \_\_\_\_\_

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

нужное подчеркнуть

Председатель учебно-методического  
совета

(должность)

подпись

ФИО

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

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

нужное подчеркнуть

Председатель учебно-методического  
совета

(должность)

подпись

ФИО