

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Бредихин Сергей Владимирович  
Должность: директор технологического института  
Дата подписания: 2021.08.14  
Уникальный идентификационный ключ:  
b3a3b22e47b69c74021b477b0fccd0b0d02f47083d



**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –  
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»**  
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Технологический институт  
Кафедра Процессы и аппараты перерабатывающих производств

УТВЕРЖДАЮ:  
И.о. директора технологического института  
С.А. Бредихин  
“ 31 ” 08 2021 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.О.28 Процессы и аппараты перерабатывающих производств**

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции

Направленность:

Технология производства, хранения и переработки продукции растениеводства

Технология производства, хранения и переработки продукции животноводства

Безопасность и качество с/х сырья и продовольствия

Курс 2

Семестр 4

Форма обучения: очная

Год начала подготовки 2021

Москва, 2021

Разработчик Мартеха А.Н., к.т.н., доцент \_\_\_\_\_  
«26» 08 2021 г.

Рецензент Грикшас С.А., д.с.-х.н., профессор \_\_\_\_\_  
«26» 08 2021 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессиональных стандартов (специалист по технологии продуктов питания из растительного сырья, специалист по технологии продуктов питания животного происхождения, специалист по безопасности, прослеживаемости и качеству пищевой продукции на всех этапах ее производства) по направлению подготовки 35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции и учебного плана

Программа обсуждена на заседании кафедры процессов и аппаратов перерабатывающих производств  
протокол № 1 от «26» августа 2021 г.

Зав. кафедрой Бредихин С.А., д.т.н., профессор \_\_\_\_\_  
«26» 08 2021 г.

**Согласовано:**

Председатель учебно-методической комиссии  
Технологического института Дунченко Н.И., д.т.н., профессор \_\_\_\_\_  
Протокол №1 «30» 08 2021 г.

Заведующий выпускающей кафедрой  
Дунченко Н.И., д.т.н., профессор \_\_\_\_\_  
(подпись)  
«30» 08 2021 г.

Грикшас С.А., д.с.-х.н., профессор \_\_\_\_\_  
(подпись)  
«30» 08 2021 г.

Масловский С.А., к.с.-х.н., доцент \_\_\_\_\_  
(подпись)  
«30» 08 2021 г.

Зав. отдела комплектования ЦНБ  
Иванова Л.Л. \_\_\_\_\_  
(подпись)  
«30» 08 2021 г.

## Содержание

<b>АННОТАЦИЯ</b> .....	4
<b>1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	4
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ</b> .....	5
<b>3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b>	<b>5</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>5</b>
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ.....	5
4.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	7
4.3. ЛЕКЦИИ/ЛАБОРАТОРНЫЕ/ ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ .....	11
4.4. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.	13
<b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ</b> .....	<b>14</b>
<b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>14</b>
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	15
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ.....	17
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>17</b>
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	17
7.2. ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	18
7.3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ .....	18
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>18</b>
<b>9. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b> .....	<b>19</b>
<b>10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>19</b>
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b> .....	<b>20</b>

## **Аннотация**

рабочей программы учебной дисциплины

Б1.О.28 «Процессы и аппараты перерабатывающих производств»  
для подготовки бакалавров по направлению Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции

направленности: Технология производства, хранения и переработки продукции растениеводства, технология производства, хранения и переработки продукции животноводства, безопасность и качество с/х сырья и продовольствия

**Цель освоения дисциплины:** рабочая программа дисциплины «Процессы и аппараты перерабатывающих производств» содержит необходимый материал, руководствуясь которым преподаватель обеспечит качественное усвоение студентами необходимого объема знаний.

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина включена в обязательную часть учебного плана по направлению подготовки 35.03.07 – Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: ОПК-4.

**Краткое содержание дисциплины:** дисциплина «Процессы и аппараты перерабатывающих производств» изучает на базе фундаментальных законов физики, химии и биологии основные технологические процессы переработки сельскохозяйственного сырья, их техническую реализацию в современных аппаратах, общие методы их расчета, пути рационализации процессов, выбор рациональных конструкций аппаратов для конкретных условий, а также знакомит с научными достижениями и современными тенденциями развития и использования новых физических методов обработки пищевых продуктов в тесной взаимосвязи с вопросами технологии.

**Общая трудоемкость дисциплины:** трудоемкость дисциплины составляет 144 часов, 4 зачетных единицы. Система текущего контроля построена на регулярном анализе знаний студентов в процессе лабораторных занятий. Часть теоретического материала вынесена на самостоятельную работу студентов. Учебным планом предусмотрен курсовой проект.

**Промежуточный контроль:** экзамен /защита КП

### **1. Цель освоения дисциплины**

Цель освоения дисциплины «Процессы и аппараты перерабатывающих производств» заключается в приобретении и усвоении студентами знаний технологических процессов переработки продукции животноводства, растениеводства и аппаратов для их осуществления с учетом технических и экологических аспектов, а также в практической подготовке их к решению, как конкретных производственных задач, так и перспективных вопросов, связанных с рационализацией процессов и совершенствованием аппаратов переработки продукции животноводства, растениеводства.

## **2. Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина «Процессы и аппараты перерабатывающих производств» включена в обязательный перечень дисциплин учебного плана обязательной части.

Дисциплина «Процессы и аппараты перерабатывающих производств» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 35.03.07 – Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции. Предшествующими курсами, на которых непосредственно должна базироваться дисциплина «Процессы и аппараты перерабатывающих производств», являются математика, физика, химия, биохимия, информатика, компьютерная графика.

Дисциплина «Процессы и аппараты перерабатывающих производств» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: Технология мукомольного производства, Технология хранения плодов и овощей, Биотехнология переработки растительного сырья.

Особенностью дисциплины является подготовка бакалавров к решению таких профессиональных задач как знание основных технологических процессов, протекающих при переработке сельскохозяйственного сырья в современных аппаратах, методов их расчета, путей рационализации процессов, а также навыки использования результатов научных достижений и современных тенденций развития и использования новых физических методов обработки продукции животноводства и растениеводства во взаимосвязи с вопросами технологии.

Рабочая программа дисциплины «Процессы и аппараты перерабатывающих производств» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

## **3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 1.

## **4. Структура и содержание дисциплины**

### **4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам**

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы (144 часа) их распределение по видам работ семестрам представлено в таблице 2

Таблица 1 - Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	ОПК-4	Способен реализовывать современные технологии и обосновывать их применение в профессиональной деятельности	ОПК-4.1 Использует материалы почвенных исследований, биохимических исследований продукции растениеводства, прогнозы развития вредителей и болезней, справочные материалы для разработки элементов технологий возделывания, хранения и переработки сельскохозяйственных культур	технологии возделывания, хранения и переработки сельскохозяйственных культур	реализовывать технологии возделывания, хранения и переработки сельскохозяйственных культур	способностью обосновывать и реализовать современные технологии возделывания, хранения и переработки сельскохозяйственных культур
			ОПК-4.2 Обосновывает элементы системы земледелия, технологии возделывания, хранения и переработки сельскохозяйственных культур применительно к почвенно-климатическим условиям с учетом агроландшафтной характеристики территории	технологии возделывания, хранения и переработки сельскохозяйственных культур применительно к почвенно-климатическим условиям с учетом агроландшафтной характеристики территории	реализовывать технологии возделывания, хранения и переработки сельскохозяйственных культур применительно к почвенно-климатическим условиям с учетом агроландшафтной характеристики территории	способностью обосновывать и реализовать современные технологии возделывания, хранения и переработки сельскохозяйственных культур применительно к почвенно-климатическим условиям с учетом агроландшафтной характеристики территории
			ОПК-4.3 Использует теоретические основы и практические навыки в переработке и хранении продукции животноводства	технологии переработки и хранения продукции животноводства	реализовывать технологии переработки и хранения продукции животноводства	способностью обосновывать и реализовать технологии переработки и хранения продукции животноводства

Таблица 2

## Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час. всего/*	в т.ч. по семестрам
		№ 4
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>144</b>	<b>144</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>69,4</b>	<b>69,4</b>
<b>Аудиторная работа</b>	<b>69,4</b>	<b>69,4</b>
<i>в том числе:</i>		
<i>лекции (Л)</i>	32	32
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	16	16
<i>лабораторные работы (ЛР)</i>	16	16
<i>курсовой проект (КП) (консультация, защита)</i>	3	3
<i>консультации перед экзаменом</i>	2	2
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,4	0,4
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>50</b>	<b>50</b>
<i>курсовой проект (подготовка)</i>	25	25
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям.)</i>	25	25
<i>подготовка к экзамену</i>	24,6	24,6
Вид промежуточного контроля:	экзамен/ защита КП	

\* в том числе практическая подготовка

## 4.2. Содержание дисциплины

Таблица 3

## Тематический план учебной дисциплины на 4 семестр

Наименование разделов и тем дисциплин	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ все го/*	ЛР все го/*	ПКР всего/*	
Раздел 1. Введение. Общие принципы анализа, исследования и выражения закономерностей и моделирования процессов и аппаратов	16	6	-	4	-	6
Раздел 2. Гидромеханические и механические процессы и аппараты	28	10	8	4	-	6
Раздел 3. Теплофизические процессы и аппараты»	23	8	4	4	-	7
Раздел 4. Массообменные процессы и аппараты	22	8	4	4	-	6
курсовой проект (КП) (консультация, защита)	28	-	-	-	3	25
консультации перед экзаменом	2	-	-	-	2	-
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4	-	-	-	0,4	-
подготовка к экзамену	24,6	-	-	-	-	24,6
<b>Всего за семестр</b>	<b>144</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>5,4</b>	<b>74,6</b>
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>144</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>5,4</b>	<b>74,6</b>

\* в том числе практическая подготовка

Раздел 1. Введение. Общие принципы анализа, исследования и выражения закономерностей и моделирования процессов и аппаратов

*Тема 1. Общие сведения и понятия о процессах и аппаратах перерабатывающих производств*

Общие представления о производствах продукции растениеводства. Системный подход к раскрытию понятий процессов и аппаратов как средств осуществления технологических операций. Основные понятия и определения. Классификация изучаемых процессов и аппаратов. Балансы массы и энергии процессов. Статика и кинетика процессов. Изучение процессов на микро- и макромолекулярном уровнях с использованием молекулярно - кинетического и термодинамического принципов описания их закономерностей.

*Тема 2. Движущая сила процесса. Моделирование процессов и аппаратов*

Выражение движущей силы процессов и сопротивления их протеканию. Задачи моделирования при научном исследовании процессов. Понятие о системном анализе как методе изучения процессов. Математическое моделирование процессов. Использование методов теории подобия и размерностей для решения уравнений математических моделей. Общие принципы устройства пищевых аппаратов. Общие положения инженерного расчета процессов и аппаратов.

*Тема 3. Материалы биологического происхождения - многокомпонентная полифункциональная биологически активная система.*

Особенности функционально-технологических свойств материалов биологического происхождения. Общая характеристика структуры биоматериалов.

Раздел 2. Гидромеханические и механические процессы и аппараты

*Тема 1. Процессы осаждения.*

Назначение и физическая сущность осаждения. Образование и разделение фаз дисперсных систем и их применение при переработке продукции растениеводства. Классификация неоднородных систем и способов их разделения. Процессы осаждения и область их применения. Движущая сила процесса осаждения. Интенсификация осаждения. Устройство и основные положения расчета отстойников, осадительных центрифуг, циклонов, сепараторов и электроосадителей пыли.

*Тема 2. Процесс фильтрования.*

Назначение и физическая сущность фильтрования. Применение фильтрования в мясной промышленности. Классификация способов и режимов фильтрования, устройство фильтров и фильтрующих центрифуг. Основы теории фильтрования. Основные положения расчета процессов фильтрования. Мембраны. Мембранное разделение дисперсных систем.

*Тема 3. Процесс перемешивания.*

Назначение и физическая сущность процесса перемешивания, особенности перемешивания жидких, вязкопластичных и зернистых сред. Классификация



способов перемешивания, их применение при переработке продукции растениеводства. Устройство аппаратов для перемешивания жидких, вязкопластичных. Виды мешалок. Теоретические основы и математическое моделирование перемешивания. Расход энергии на перемешивание, продолжительность. Понятие качества перемешивания.

*Тема 4. Процессы измельчения и сортирования материалов.*

Назначение и физическая сущность процесса измельчения. Определение и классификация по способам приложения механического воздействия и по назначению. Область применения. Работа деформации и разрушения. Способы измельчения, их использование в зависимости от механических свойств материалов и плотности измельчения. Затраты энергии при измельчении. Распределение напряжений и деформаций при резании. Работа резания. Назначение и способы сортирования, применение при производстве продукции растениеводства. Разделение по размерам частиц. Разделение по скорости осаждения частиц. Магнитная сепарация. Устройство аппаратов для сортирования.

*Тема 5. Процесс прессования*

Назначение и физическая сущность процесса прессования. Виды прессования в зависимости от назначения. Виды прессов периодического и непрерывного действия. Изменение структуры, состава и давления при прессовании капиллярно - пористых материалов. Способы формирования прессованием. Экструзия, гранулирование, брикетирование. Отжим. Распределение напряжений и продолжительность и работа отжима в прессформах.

### Раздел 3. Тепловые процессы и аппараты

*Тема 1. Основы теории теплопередачи. Классификация теплообменных процессов*

Классификация тепловых процессов. Виды теплоносителей: водяной пар, электроэнергия, вода, топочные газы, минеральные масла, органические жидкости. Основные законы теплопередачи. Балансы энергии для теплообменных процессов с изменением и без изменения физического состояния тепло и хладоносителя или объекта тепловой обработки. Средняя разность температур сред в процессах нагревания и охлаждения. Применение основных положений, законов переноса тепла, теории теплового подобия для математического моделирования и расчета теплообменных процессов. Устройство и принцип действия теплообменных аппаратов.

*Тема 2. Процессы нагревания и охлаждения*

Назначение и физическая сущность процессов нагревания и охлаждения. Применение процессов нагревания и охлаждения при производстве продукции растениеводства. Основные типы теплообменников. Основные положения расчета теплообменников. Процессы замораживания и размораживания. Морозильные камеры, назначение и их применение. Основные принципы математического моделирования и расчетов процессов замораживания и оттаивания. Классификация морозильных аппаратов и камер.

### *Тема 3. Процесс выпаривания*

Выпаривание, назначение и физическая сущность процесса. Однокорпусное и многокорпусное выпаривание. Балансы массы и тепловой энергии процессов выпаривания. Выпарные аппараты. Применение выпаривания в пищевых отраслях промышленности. Основные положения расчета многокорпусных установок.

### *Тема 4. Конденсаторы и конденсация*

Назначение и физическая сущность конденсации. Конденсация паров. Устройство конденсаторов. Расчет барометрического конденсатора.

## Раздел 4. Массообменные процессы и аппараты

### *Тема 1. Основы теории массопередачи*

Массообменные процессы. Основные теории переноса массы между фазами. Основы массопередачи, виды процессов массопередачи и их характеристика. Равновесие при массопередаче. Механизм процессов массопередачи. Типы контактных устройств массообменных аппаратов. Принципы образования поверхности фазового контакта. Применение массообменных процессов в мясной промышленности. Интенсификация массопередачи. Основные положения расчета массообменных процессов и аппаратов.

Перегонка и ректификация, назначение и физическая сущность процессов. Простая и сложная перегонка. Понятие о дефлегмации. Устройство ректификационных колонн.

Экстрагирование, назначение и физическая сущность процесса. Экстрагирование из твердых тел и жидкостей. Устройство экстрактов.

Кристаллизация, назначение и физическая сущность процесса. Кристаллизация при охлаждении и выпаривании раствора. Устройство аппаратов для кристаллизации.

### *Тема 2. Сорбционные процессы.*

Применение сорбционных процессов в пищевых и биотехнологических системах. Процессы адсорбции: физические основы. Типы адсорберов. Типы сорбентов, их регенерация.

### *Тема 3. Процесс сушки*

Сушка, назначение и физическая сущность процесса. Параметры влажного воздуха.  $I-x$  диаграмма Рамзина. Способы сушки. Формы связи влаги с твердой фазой биологических материалов. Балансы массы и энергии процессов сушки. Кривые сушки и скорости сушки. Сушка с рециркуляцией и промежуточным подогревом воздуха. Устройство сушилок. Основные положения расчета сушильных аппаратов. Применение сушки в мясной отрасли промышленности.

### 4.3. Лекции/лабораторные/ практические занятия

Таблица 4

#### Содержание лекций, лабораторного практикума/практических занятий/ и контрольные мероприятия

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	<b>Раздел 1. Введение. Общие принципы анализа и выражения закономерностей и моделирования процессов и аппаратов</b>		ОПК-4		<b>10</b>
	Тема 1. Общие сведения и понятия о процессах и аппаратах перерабатывающих производств	Лекция № 1. Основные понятия и определения. Классификация изучаемых процессов и аппаратов	ОПК-4	Экзамен	2
	Тема 2. Движущая сила процесса. Моделирование процессов и аппаратов	Лекция №2. Понятие о системном анализе как методе изучения процессов. Математическое моделирование процессов.	ОПК-4	Экзамен	2
	Тема 3 Материалы биологического происхождения - многокомпонентная полифункциональная биологически активная система.	Лекция №3 Особенности функционально-технологических свойств материалов биологического происхождения. Общая характеристика структуры биоматериалов.	ОПК-4	Экзамен	2
		Лабораторная работа № 1 Определение истинной и насыпной плотности сыпучих материалов и определение свойств дисперсных частиц в среде <i>Math Lab</i>	ОПК-4	Отчет по лабораторной работе	4
2	<b>Раздел 2. Гидромеханические и механические процессы и аппараты</b>		ОПК-4		<b>22</b>
	Тема 1. Процессы осаждения.	Лекция № 4 Назначение и физическая сущность осаждения.	ОПК-4	Экзамен	2
	Тема 2. Процесс фильтрации.	Лекция № 5 Назначение и физическая сущность фильтрации. Применение фильтрации в мясной промышленности.	ОПК-4	Экзамен	2
	Тема 3. Процесс перемешивания.	Лекция № 6 Назначение и физическая сущность процесса перемешивания, особенности	ОПК-4	Экзамен	2

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		перемешивания жидких, вязкопластичных и зернистых сред.			
		Лабораторная работа № 2. Изучение процесса перемешивания пищевых материалов в среде <i>Math Lab</i>	ОПК-4	Отчет по лабораторной работе	4
		Практическое занятие №1. Исследование гидродинамики псевдооживленного слоя	ОПК-4	Контрольный опрос	4
	Тема 4. Процессы измельчения и сортирования материалов.	Лекция № 7. Назначение и физическая сущность процесса измельчения.	ОПК-4	Экзамен	2
		Практическое занятие №2. Исследование процесса измельчения в молотковой дробилке в среде <i>Math Lab</i>	ОПК-4	Контрольный опрос	4
	Тема 5. Процесс прессования	Лекция №8. Назначение и физическая сущность процесса прессования. Виды прессования в зависимости от назначения.	ОПК-4	Экзамен	2
<b>3</b>	<b>Раздел 3. Теплофизические процессы и аппараты</b>		<b>ОПК-4</b>		<b>16</b>
	Тема 1. Основы теории теплопередачи. Классификация теплообменных процессов	Лекция № 9. Классификация тепловых процессов.	ОПК-4	Экзамен	2
		Лабораторная работа № 3. Испытание различных конструкций теплообменников в среде <i>Math Lab</i>	ОПК-4	Отчет по лабораторной работе	4
	Тема 2. Процессы нагревания и охлаждения	Лекция №10. Назначение и физическая сущность процессов нагревания и охлаждения.	ОПК-4	Экзамен	2
	Тема 3. Процесс выпаривания	Лекция №11. Выпаривание, назначение и физическая сущность процесса.	ОПК-4	Экзамен	2
		Практическое занятие № 3. Исследование работы двухкорпусной выпарной установки в среде <i>Math Lab</i>	ОПК-4	Контрольный опрос	4
	Тема 4. Конденсаторы и конденсация	Лекция №12. Назначение и физическая сущность конденсации. Конденсация паров.	ОПК-4	Экзамен	2

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
4	<b>Раздел 4. Массообменные процессы и аппараты</b>		ОПК-4		<b>16</b>
	Тема 1. Основы теории массо-передачи	Лекция №13. Массообменные процессы. Основные теории переноса массы между фазами.	ОПК-4	Экзамен	2
		Лекция №14. Перегонка и ректификация, назначение и физическая сущность процессов. Простая и сложная перегонка.	ОПК-4	Экзамен	2
	Тема 2. Сорбционные процессы.	Лекция №15. Процессы адсорбции: физические основы. Типы адсорберов.	ОПК-4	Экзамен	2
	Тема 3. Процесс сушки	Лекция №16. Сушка, назначение и физическая сущность процесса.	ОПК-4	Экзамен	2
		Лабораторная работа № 4. Исследование процесса сушки пищевых продуктов в среде <i>Math Lab</i>	ОПК-4	Отчет по лабораторной работе	4
		Практическое занятие №4. Исследование процесса тепло-массопереноса при нагреве биологического материала в среде <i>Math Lab</i>	ОПК-4	Контрольный опрос	4

#### 4.4. Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

Таблица 5

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел 1. Введение. Общие принципы анализа, исследования и выражения закономерностей и моделирования процессов и аппаратов</b>		
1.	Тема 1 Общие сведения и понятия о процессах и аппаратах перерабатывающих производств	Основные законы науки о процессах и аппаратах. Основные физические свойства пищевых продуктов и сырья. Методы исследования процессов и аппаратов. Применение теории подобия к расчету конкретных процессов. Теория размерностей (ОПК-4).
<b>Раздел 2. Гидромеханические и механические процессы и аппараты</b>		
2	Тема 1 Процессы осаждения	Пищевые продукты как системы. Феноменологический подход к изучению процессов разделения. Устройство осадительных и фильтрующих центрифуг. Мембранные процессы разделения. Электроосаждение. Разделение газовых систем (ОПК-4).
<b>Раздел 3. Тепловые процессы и аппараты</b>		

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
3	Тема 2 Процессы нагревания и охлаждения	Простые и сложные тепловые процессы. Нестационарный теплообмен. Нагревающие агенты и способы нагревания. Охлаждающие агенты и способы охлаждения. Аппараты для нагревания и охлаждения (ОПК-4).
4	Тема 4. Конденсаторы и конденсация	Контактные конденсаторы паров: полочный конденсатор смешения, тарельчатый конденсатор смешения, конденсатор смешения со струйным вводом охлаждающей воды (ОПК-4).
<b>Раздел 4. Массообменные процессы и аппараты</b>		
5	Тема 1. Основы теории массопереноса	Массообменные аппараты с пленочным течением. Массообменные аппараты с барботажом. Экстрагирование и экстракция. Процессы экстракции в системах жидкость-жидкость. Изотермы экстракции. Методы экстракции (ОПК-4).

## 5. Образовательные технологии

Таблица 6

### Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1	Общие принципы анализа, исследования и выражения закономерностей и моделирования процессов и аппаратов	Л	Интерактивная лекция и презентация
2	Образование и разделение фаз дисперсных систем и их применение в переработке продукции растениеводства. Процессы осаждения и область их применения. Устройство сепараторов	Л	Интерактивная лекция и презентация
3	Назначение и физическая сущность процессов нагревания и охлаждения и применение их в переработке продукции растениеводства. Основные типы теплообменников.	Л	Интерактивная лекция и презентация
4	Изучение процесса измельчения.	ЛР	Компьютерная симуляция
5	Исследование гидродинамики псевдоожиженного слоя	ЛР	Компьютерная симуляция
6	Изучение процессов нагрева и рекуперации теплоты в трубчатой теплообменной установке	ЛР	Компьютерная симуляция

### 6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

## **6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности**

Выполнение курсовых проектов предусматривает использование прикладных программ для расчетов *Excel* и графического проектирования *Kompas 3D*.

Тематика курсовых проектов:

1. Выбор и расчет теплообменного аппарата для охлаждения молока в схеме производства питьевого молока
2. Выбор и расчет теплообменного аппарата для нагревания воды в схеме циркуляционной мойки резервуаров и трубопроводов творожного цеха молочного комбината.
3. Выбор и расчет теплообменного аппарата для подогрева нормализованного молока в схеме процесса производства детского кефира.
4. Выбор и расчет теплообменного аппарата для нагревания и пастеризации сыворотки в схеме процесса производства сгущенной молочной сыворотки.
5. Выбор и расчет теплообменного аппарата для тепловой обработки сквашенного молока в схеме процесса производства творога отдельным способом.
6. Выбор и расчет теплообменного аппарата для нагревания воды при замачивании зерна ячменя в производстве солода.
7. Выбор и расчет теплообменного аппарата для нагревания смеси «этиловый спирт-вода» в схеме ректификационной установки непрерывного действия.
8. Выбор и расчет выпарной установки для проведения процесса выпаривания.
9. Выбор и расчет барабанной сушильной установки непрерывного действия для высушивания семян подсолнечника.
10. Выбор и расчет теплообменного аппарата типа «труба в трубе» для тепловой обработки продукта.

Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (экзамен)

1. Классификация основных процессов. Установившиеся и неуставившиеся процессы. Общие принципы расчета процессов и аппаратов. Составление материального и энергетического балансов. Общие кинетические закономерности процессов пищевой технологии.
2. Классификация неоднородных систем. Методы разделения неоднородных систем. Материальный баланс процессов разделения.
3. Отстаивание. Силы, действующие на осаждающуюся частицу. Вывод формулы для определения скорости осаждения частицы.
4. Способы расчета скорости осаждения частицы под действием силы тяжести. Формула Стокса для скорости осаждения при ламинарном режиме.
5. Расчет отстойников.
6. Устройство и принцип действия отстойников периодического и непрерывного действия.
7. Методы интенсификации процесса отстаивания.
8. Осаждение под действием центробежной силы. Фактор разделения. Определение продолжительности осаждения частицы.
9. Устройство и принцип действия циклонов, гидроциклонов.
10. Сепараторы. Устройство и принцип действия.

12. Фильтрация. Классификация осадков и фильтровальных перегородок. Движущая сила процесса фильтрации.
13. Основное дифференциальное уравнение фильтрации. Фильтрация при постоянной скорости.
14. Фильтрация при постоянном давлении. Константы процесса фильтрации.
15. Периодический процесс фильтрации. Конструкции фильтров периодического действия.
16. Конструкции фильтров непрерывного действия. Барабанный вакуум-фильтр.
17. Фильтрация под действием центробежной силы. Расчет фильтрующих центрифуг.
18. Мембранные методы разделения жидкостных систем. Сущность процесса баромембранного разделения.
19. Мембранные методы разделения жидкостных систем. Сущность процесса электродиализа.
20. Перемешивание. Способы перемешивания. Типы мешалок.
21. Расчет мощности перемешивания.
22. Псевдооживление. Сущность процесса. Число псевдооживления. Понятие критической скорости.
23. Прессование. Назначение. Сущность и виды прессования.
24. Классификация теплообменных процессов. Дифференциальное уравнение теплопроводности (закон Фурье). Основной закон теплоотдачи (закон Ньютона). Температурное поле и температурный градиент.
25. Основной закон теплопередачи. Определение тепловых нагрузок.
26. Движущая сила теплообменных процессов.
27. Теплопередача через однослойную и многослойную плоскую стенку. Коэффициент теплопередачи.
28. Тепловое подобие. Расчет коэффициентов теплоотдачи.
29. Коэффициент теплопередачи, определение и физический смысл
30. Нагревание и охлаждение. Расход острого и "глухого" пара на нагревание жидкости. Расход воды на охлаждение жидкости.
31. Регенерация теплоты. Физический смысл коэффициента регенерации
32. Классификация теплообменных аппаратов. Конструкции и принцип действия теплообменных аппаратов.
33. Классификация массообменных процессов
34. Понятие о движущей силе массообменных процессов
35. Закон массоотдачи А.Н. Щукарева
36. Понятие о термодиффузии, коэффициент термодиффузии
37. Молекулярная диффузия. Первый закон Фика
38. Массопередача, массоотдача, массопроводность. Основное уравнение массопередачи
39. Общие признаки массообменных процессов
40. Пастеризация. Назначение и сущность процесса. Критерий Пастера.
41. Стерилизация. Назначение и сущность процесса. Коэффициент стерилизующего действия



## 6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине используется традиционная система контроля и оценки успеваемости с выставлением оценок по четырехбалльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

### Критерии оценивания результатов обучения (экзамен)

Таблица 7

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий.</b>
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний).</b>
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный.</b>
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы.</b>

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1 Основная литература

1. Процессы и аппараты пищевой технологии: учебное пособие / С.А. Бредихин, А.С. Бредихин, В.Г. Жуков, Ю.В. Космодемьянский; под редакцией С.А. Бредихина. — Санкт-Петербург: Лань, 2014. — 544 с. — ISBN 978-5-8114-1635-6. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/50164>

2. Процессы и аппараты. Расчет и проектирование аппаратов для тепловых и теплообменных процессов: учебное пособие / А.Н. Остриков, В.Н. Василенко, Л.Н. Фролова, А.В. Терехина. — Санкт-Петербург: Лань, 2018. — 440 с. — ISBN 978-5-8114-3143-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/109507>

3. 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>

## 7.2. Дополнительная литература

4. Процессы и аппараты. Расчет и проектирование аппаратов для тепловых и тепломассообменных процессов: учебное пособие / А.Н. Остриков, В.Н. Василенко, Л.Н. Фролова, А.В. Терехина. — Санкт-Петербург: Лань, 2018. — 440 с. — ISBN 978-5-8114-3143-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/109507>

5. Индустриальные технологические комплексы продуктов питания: учебник / С.Т. Антипов, С.А. Бредихин, В.Ю. Овсянников, В.А. Панфилов; под редакцией В. А. Панфилова. — Санкт-Петербург: Лань, 2020. — 440 с. — ISBN 978-5-8114-4201-0. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/131008>

6. 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, 2011. — 144 с. — ISBN 978-5-8114-1135-1. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/4121>

## 7.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Не имеется.

## 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Электронно-библиотечные системы (ЭБС), базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

<http://elibrary.ru/> – научная электронная библиотека. В библиотеке представлены полнотекстовые источники по всем разделам дисциплины.

<http://www.biblioclub.ru/> - Электронно-библиотечная система (ЭБС) Университетская библиотека онлайн. ОТКРЫТЫЙ ДОСТУП

<http://e.lanbook.com> - Электронно-библиотечная система (ЭБС) на платформе издательства «Лань». ОТКРЫТЫЙ ДОСТУП

<http://newgreenfield.ru/> - Статьи по технологическим процессам и аппаратам переработки пищевого сырья

<http://ru.wikipedia.org/>

## 9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Таблица 8

### Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы**
1	2
Учебный корпус №1, ауд.102	Мультимедийный проектор, экран, ноут-буки
Учебный корпус №1, ауд.221	Мультимедийный проектор, экран, ноут-буки
Учебный корпус №1, ауд.326	Мультимедийный проектор, экран, ноут-буки
Центральная научная библиотека имени Н.И.Железнова, читальный зал	Компьютеры

## 10. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

Для освоения дисциплины «Процессы и аппараты перерабатывающих производств» студентам необходима систематическая самостоятельная работа с учебной литературой, конспектами лекций, Интернет-ресурсами и консультации преподавателя. Для успешного выполнения практических занятий, входящих в практикум, студент должен самостоятельно готовиться к каждому занятию, а также строго выполнять правила техники безопасности работы в лаборатории кафедры.

Подготовка к практическому занятию включает в себя полное и детальное ознакомление с теоретическим материалом по изучаемой теме. Теоретический материал следует изучать по учебнику, учебному пособию (Виртуальный лабораторный практикум по курсу «Процессы и аппараты пищевых производств» /Г.В. Алексеев, И.И. Бриденко, Н.И. Лунин – СПб.: Издательство Лань, 2011, 144 с.), конспекту лекций и методическим указаниям.

Студент должен иметь тетрадь, в которой при самостоятельной подготовке к занятиям составляет краткий конспект (1 - 1,5 с.) проработанного теоретического материала, чертит схемы, таблицы и проводит предварительные расчеты. Во время занятий все записи следует вести только в тетради и только ручкой.

Качество выполнения каждого занятия оценивает и фиксирует преподаватель. На первом занятии все студенты знакомятся с правилами техники безопасности и обязаны строго выполнять их при нахождении в лаборатории кафедры. Пропуск занятий без уважительной причины не допускается. Задолженности (пропущенные занятия, невыполненные задания) должны быть ликвидированы.

Студент, пропустивший занятия обязан их отработать. Отработка практических занятий осуществляется в присутствии преподавателя.

Студент, не посещавший или пропустивший большое число лекций, для допуска к экзамену должен предоставить рукописный конспект лекций или написать реферат по пропущенным темам.

Студент получает допуск к экзамену, если выполнены и сданы все лабораторные работы и курсовой проект.

## **11. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине**

Специфика дисциплины «Процессы и аппараты перерабатывающих производств» является неразрывная связь теории с практикой. Теоретические знания, которые студенты получают на лекциях, подтверждаются и усваиваются на практических занятиях. Для успешного усвоения материала необходимы знания физики в объеме школьной программы и элементарной математики. Для повышения уровня знаний по дисциплине у студентов, необходимо искать пути совершенствования методики преподавания:

- использование разнообразных форм, методов и приёмов активизации познавательной деятельности учащихся (в т.ч. активных и интерактивных);
- использование наглядного материала: таблиц, рисунков, схем, демонстрация опытов;
- компьютеризация обучения;
- использование различных форм организации самостоятельной работы студентов: индивидуальная, групповая, коллективная;
- систематический контроль различных видов в процессе обучения.

Программу разработал:

Мартеха А.Н., к.т.н.



---