

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ИМПЕРАТОРА ПЕТРА I»**

«Утверждаю»  
декан факультета технологии  
и товароведения  
доцент Н.В. Королькова  
10.12.2016 год

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине Б1.В.ОД.7 «Процессы и аппараты пищевых производств»  
для направления 35.03.07 - «Технология производства и переработки  
сельскохозяйственной продукции». Профиль подготовки бакалавров -  
«Технология производства и переработки продукции растениеводства»;  
«Технология производства и переработки продукции животноводства»;  
«Экспертиза качества и безопасности сельскохозяйственной продукции»,  
Прикладной бакалавриат



Квалификация выпускника: бакалавр

Факультет Технологии и товароведения

Кафедра «Процессы и аппараты перерабатывающих производств»

Форма обучения	Всего зачед./ часов	Курс	Семестр	Лекции	Семинарские занятия	Практические занятия	Лабораторные занятия	Курсовая работа (проект). (указать семестр)	Самостоятельная работа	Зачет	Экзамен
Очная	5/180	1	2	26	-	-	42	-	76	-	2
Заочная	5/180	1	2	6	-	-	10	-	128	-	2

кандидат техн. наук  
доцент кафедры «Процессы и аппараты  
перерабатывающих производств»  
кандидат техн. наук  
доцент кафедры «Процессы и аппараты  
перерабатывающих производств»

  
Воронцов В.В.  
  
Шахова М.И.

Рабочая программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению 35.03.07 «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции» (Приказ Министерства образования и науки РФ № 1330 от 12 ноября 2015 г.).

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры «Процессы и аппараты перерабатывающих производств»


Протокол № 04 от 01.12.2015 г.

Заведующий кафедрой  Н.В. Королькова

Рабочая программа рекомендована к использованию в учебном процессе методической комиссией факультета технологии и товароведения

Протокол № 03 от 17.12.2015 г.

Председатель методической комиссии  
Факультета технологии и товароведения

 А.А. Колобаева

## 1. Предмет. Цели и задачи дисциплины, ее место в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.В.ОД.7 «Процессы и аппараты пищевых производств» относится к обязательным дисциплинам вариативной части.

Дисциплина «Процессы и аппараты пищевых производств» является обязательной дисциплиной по направлению подготовки, одной из составляющих при формировании специалистов данного профиля и уровня, так как раскрывает сущность технологических процессов в создании прогрессивных технологий пищевых продуктов.

Дисциплина «Процессы и аппараты пищевых производств» дает представление о технологиях производства продуктов питания, формирует у будущих специалистов знание и умение по совершенствованию технологических процессов и аппаратов.

Место дисциплины в учебном процессе: базируется на знаниях физики, химии, математики, производства продукции растениеводства, технологии хранения и переработки продукции растениеводства.

**Предмет дисциплины** основы процессов протекающие в различном оборудовании при переработке сырья и продуктов

**Цель дисциплины** – формирование необходимых теоретических знаний основ процессов производства продуктов питания из продукции растениеводства и приобретение практических навыков по подбору и расчету аппаратов, необходимых для осуществления данных процессов.

**Основные задачи дисциплины** - изучение физико-химических основ технологических процессов пищевых производств, устройства применяемых аппаратов; освоение принципов выбора оптимальных режимов процессов и методов расчета определяющих размеров аппаратов.

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

*Дисциплина нацелена на формирование следующих профессиональных компетенций*

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ОПК2	Способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>знать</b> основные законы естественнонаучных дисциплин, на которых базируются процессы технологий производства и переработки продукции растениеводства; пользоваться методами математического анализа и моделирования при теоретическом и экспериментальном исследовании процессов и расчетах аппаратов;</li> <li>- <b>уметь</b> переносить результаты лабораторных исследований на реальные объекты при производстве и переработке продукции растениеводства;</li> <li>- <b>иметь навыки и /или опыт деятельности</b> в области исследования процессов при переработке продукции растениеводства</li> </ul>
ОПК5	Способностью использовать современные технологии в приготовлении органических удобрений,	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>знать</b> современные технологии приготовления органических удобрений кормов, кормов и переработки сельскохозяйственной продукции;</li> <li>- <b>уметь</b> применять основные методы расчетов процессов и аппаратов перерабатывающих</li> </ul>

	кормов и переработке сельскохозяйственной продукции.	производства при разработке технологий производства и переработки продукции растениеводства; - <b>иметь навыки и /или опыт деятельности</b> в подборе технологических процессов и оборудования для производства требуемого вида продукции;
ПК-8	Готовностью эксплуатировать технологическое оборудование для переработки сельскохозяйственного сырья	- знать основное оборудование, применяемое при производстве и переработке продуктов растениеводства; - уметь составить и описать аппаратурно-технологические схемы переработки сельскохозяйственного сырья; - иметь навыки в подборе и эксплуатации технологического оборудования при переработке сельскохозяйственного сырья.

### 3. Объём дисциплины и виды учебной работы

Виды учебной работы	Очная форма обучения	
	всего зач. ед./ часов	всего часов
		2 семестр
Общая трудоёмкость дисциплины	5/180	5/180
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) всего, в т.ч.	68	68
Аудиторная работа:	68	68
Лекции	26	6
Практические занятия	-	-
Семинары	-	-
Лабораторные работы	42	10
Другие виды аудиторных занятий	-	-
Самостоятельная работа обучающихся, час, в т.ч.	76	128
Подготовка к аудиторным занятиям	64	116
Выполнение курсового проекта	-	-
Подготовка и защита рефератов, расчетно-графических работ	12	12
Другие виды самостоятельной работы	-	-
Экзамен/часы	36	36
Вид промежуточной аттестации (зачёт, экзамен)	экзамен	экзамен

## 4 Содержание дисциплины

### 4.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план)

№п/п	Раздел дисциплины	Л	ЛР	СР
Очная форма обучения				
1	Введение. Общие сведения. Свойства сельскохозяйственного сырья как объекта переработки. Классификация технологических процессов перерабатывающих производств	2	–	–
2	Механические процессы. Измельчение. Сортирование (классификация). Прессование и гранулирование.	4	6	10
3	Гидромеханические процессы. Перемешивание. Классификация процессов разделения неоднородных систем. Осаждение. Фильтрование. Общие вопросы прикладной гидравлики.	6	8	20
4	Тепловые процессы. Основы теплообмена в пищевых аппаратах. Выпаривание. Конденсация.	4	10	20
5	Массообменные процессы. Основы массообмена. Сушка пищевых продуктов. Сорбционные процессы. Процессы перегонки. Кристаллизация и растворение. Экстракция	10	18	26
Всего часов		26	42	76
Заочная форма обучения				
1.	Введение. Общие сведения. Свойства сельскохозяйственного сырья как объекта переработки. Классификация технологических процессов перерабатывающих производств Механические процессы. Измельчение. Сортирование (классификация). Прессование и гранулирование..	2	2	36
2	Гидромеханические процессы. Перемешивание. Классификация процессов разделения неоднородных систем. Осаждение. Фильтрование. Общие вопросы прикладной гидравлики. Тепловые процессы. Основы теплообмена в пищевых аппаратах. Выпаривание. Конденсация.	2	4	42
3	Массообменные процессы. Основы массообмена. Сушка пищевых продуктов. Сорбционные процессы. Процессы перегонки. Кристаллизация и растворение. Экстракция	2	4	42
		6	10	128

### 4.2. Содержание разделов учебной дисциплины

Раздел 1. Общие сведения. Свойства сельскохозяйственного сырья как объекта переработки

Возникновение и развитие науки о процессах и аппаратах; ее роль в развитии пищевой технологии и перерабатывающей промышленности.

Основные понятия о процессе, технологии, особенностях пищевой технологии. Классификация технологических процессов перерабатывающих производств в зависимости от основных законов, определяющих скорость их протекания. Классификация процессов по способу их организации и в зависимости от изменения их параметров.

Общая характеристика сырья. Понятие о свойствах: структурных, физических, физико-микробиологических, химических, биохимических, теплофизических, электрофизических, механических, гидромеханических, диффузионных.

Лабильность свойств материалов при различных видах воздействия. Общие свойства различного сельскохозяйственного сырья. Влияние влажности на свойства материалов. Твёрдые и жидкие материалы как объект обработки.

Раздел 2. Механические процессы

2.1. Измельчение

Применение процессов измельчения на перерабатывающих предприятиях. Сущность процесса. Степень измельчения.

Дробление. Классификация способов дробления по характеру применяемых усилий. Теория дробления. Уравнения Ребиндера, Кирпичёва-Кика, Риттингера. Общие требования, предъявляемые к дробилкам. Основные типы дробилок, применяемых на перерабатывающих предприятиях, их принцип действия. Мельницы.

Резание. Классификация устройств для резания по назначению, принципу действия, виду режущего инструмента, характеру движения режущего инструмента. Теория резания. Типы резок.

## 2.2. Сортирование (классификация)

Методы сортирования. Разделение твёрдых частиц по размерам (просеивание). Сита. Пропускная способность, живое сечение. Основы теории ситового анализа. Разделение твёрдых частиц по их форме. Триеры. Разделение по скорости осаждения частиц. Магнитная сепарация. Прочие методы разделения.

## 2.3. Прессование и гранулирование

Формование пластичных материалов. Прессование (брикетирование). Машины для обработки давлением. Физическая сущность процесса экструзии. Экструзионная обработка и применяемое оборудование. Гранулирование продуктов: прессовое; скатыванием; в дисперсных потоках.

## Раздел 3. Гидромеханические процессы

### 3.1. Перемешивание

Теоретические основы перемешивания. Механическое, поточное и пневматическое перемешивание, аппараты для его реализации. Мешалки. Оценка эффективности перемешивания. Особенности перемешивания сыпучих и пластичных масс.

### 3.2. Классификация процессов разделения неоднородных систем

Классификация неоднородных систем. Методы разделения. Эффект разделения.

### 3.3. Осаждение

Осаждение в гравитационном поле (отстаивание) Уравнение Стокса. Отстойники периодического, полунепрерывного и непрерывного действия. Осаждение в центробежном поле. Основные закономерности процесса. Центрифуги и сепараторы, гидро - и аэроциклоны, принцип их действия.

### 3.4. Фильтрование

Типы фильтрационных процессов. Теория фильтрования с образованием и без образования осадка. Основные типы фильтрационных аппаратов. Центробежное фильтрование. Механизм процесса.

Ультрафильтрация и обратный осмос. Основы теории процесса. Полупроницаемые мембраны и фильтрующие элементы для ультрафильтрации и обратного осмоса. Практическое применение ультрафильтрации и обратного осмоса в пищевой технологии.

### 3.5. Общие вопросы прикладной гидравлики

Основные понятия и определения. Режимы движения (течения) жидкости. Гидравлические сопротивления. Истечение жидкости из резервуаров. Основы реологии. Основные виды Ньтоновских жидкостей, их обработка. Общие сведения о назначении и типах насосов. Основные параметры работы насосов.

Структура потоков в аппаратах непрерывного действия. Гидродинамика взаимодействия газа и жидкости. Течение жидкости и газа через насадку. Типы насадок; их характеристики. Распыление жидкости. Барботаж. Течение двухфазных систем в каналах. Псевдооживленный (кипящий) слой.

## Раздел 4. Тепловые процессы

### 4.1. Основы теплообмена в пищевых аппаратах

Способы тепловой обработки пищевых продуктов и материалов: подогрев, охлаждение, пастеризация, стерилизация, выпаривание, конденсация. Движущая сила

тепловых процессов и основное уравнение теплопередачи. Типы теплообменных аппаратов. Процессы утилизации теплоты.

#### 4.2. Выпаривание

Процесс выпаривания. Изменение свойств раствора при сгущении. Методы выпаривания. Основные величины, характеризующие работу выпарного аппарата. Материальный баланс выпаривания. Тепловой баланс выпаривания. Расчет одиночного выпарного аппарата.

#### 4.3. Конденсация

Общие сведения. Поверхностные конденсаторы Принципиальные схемы поверхностных конденсаторов и их расчет. Конденсаторы смешения. Принципиальные схемы. Приближенный расчет барометрического конденсатора.

### Раздел 5. Массообменные процессы

#### 5.1. Основы массообмена

Классификация массообменных процессов: газ - жидкость, газ - твердое тело, жидкость - жидкость, жидкость - твердое тело, газ - газ, твёрдое тело - твёрдое тело.

Способы выражения состава фаз. Равновесие фаз. Материальный баланс массообменно-го процесса. Механизм процесса массопередачи. Молекулярная диффузия.

Массотдача. Массопередача в системе без твёрдой фазы. Массопередача в системе с твёрдой фазой.

#### 5.2. Сушка пищевых продуктов

Способы обезвоживания. Общая характеристика сушки и её значение для пищевой промышленности. Виды связи влаги с материалом. Концентрация влаги. Равновесная влажность. Методы сушки: конвективный, кондуктивный, инфракрасный, высокочастотный, вакуумный, сушка в кипящем слое и во взвешенном состоянии; комбинированные методы. Классификация сушилок.

Кинетика процесса сушки. Влагопроводимость и термовлагопроводность. Кривые сушки и скорости сушки. Усадка и коробление продуктов.

Основы расчёта конвективных сушилок. Нормальный теоретический сушильный процесс. Материальный и тепловой балансы реального процесса сушки. Сушилка с рециркуляцией отработавшего воздуха.

#### 5.3. Сорбционные процессы

Общие сведения. Процесс абсорбции. Материальный баланс процесса абсорбции. Рабочая линия и движущая сила процесса. Основное уравнение абсорбции; определение коэффициентов абсорбции. Насадочные и тарелочные абсорберы. Определение основных размеров и числа тарелок.

Процесс адсорбции. Материальный баланс адсорбции. Движущая сила адсорбции. Типы адсорбентов; их регенерация. Адсорберы.

Процесс десорбции.

#### 5.4. Процессы перегонки

Основные положения теории перегонки. Классификация бинарных смесей. Основные законы перегонки. Кривые равновесия. Классификация процессов перегонки и области их применения. Простая перегонка, ее сущность. Простая перегонка под вакуумом и с водяным паром.

#### 5.5. Кристаллизация и растворение

Сущность процессов кристаллизации и растворения. Условия осуществления процессов. Способы кристаллизации. Зоны состояния растворов. Изменение состояния раствора. Основы теории кристаллизации из растворов. Периодическая и непрерывная кристаллизации. Типы кристаллизаторов. Основы расчета аппаратов. Растворение. Основное уравнение процесса.

#### 5.6. Экстракция

Физическая сущность и назначение процесса экстракции. Механизм экстрагирования в системе твердое тело - жидкость. Диффузионная теория экстрагирования. Методы интенсификации экстрагирования. Основные типы

экстракторов. Экстрагирование в системе жидкость - жидкость; физическая сущность процесса. Методы экстракции. Аппараты для проведения жидкостной экстракции.

#### 4.3. Перечень тем лекций

№ п/п	Тема лекции	Объём, ч	
		Форма обучения	
		Очная	Заочная
1.	Классификация технологических процессов. Свойства сельскохозяйственного сырья как объекта переработки. Механические процессы. Измельчение (дробление и резание).	2	
2.	Сортирование. Методы сортирования.	1	1
3.	Процессы прессования и гранулирования.	1	
4.	Гидромеханические процессы. Процессы перемешивания жидкостей, сыпучих и пластичных масс.	2	1
5.	Неоднородные системы. Методы разделения неоднородных систем. Осаждение.	2	
6.	Фильтрование. Теория фильтрования.	1	
7.	Ультрафильтрация и обратный осмос. Общие вопросы прикладной гидравлики.	1	
8.	Течение жидкостей и газов через насадку. Барботаж. Распыление жидкости	1	
9.	Псевдооживление. Применение «кипящего» слоя в технологических процессах.	1	
10.	Тепловые процессы. Выпаривание. Материальный и тепловой балансы выпарных аппаратов.	2	1
11.	Конденсация. Конденсаторы, применяемые в пищевой промышленности.	1	
12.	Массообменные процессы. Основы массопередачи. Равновесие фаз. Материальный баланс массообменного процесса. Механизм процесса массопередачи. Молекулярная диффузия.	2	1
13.	Сорбционные процессы. Материальные балансы процессов. Процесс абсорбции. Материальный баланс процесса абсорбции. Рабочая линия и движущая сила процесса. Основное уравнение абсорбции; определение коэффициентов абсорбции. Насадочные и тарелочные абсорберы. Определение основных размеров и числа тарелок.	2	1
14.	Процесс адсорбции. Материальный баланс адсорбции. Движущая сила адсорбции. Типы адсорбентов; их регенерация. Адсорберы	1	-
15.	Процесс сушки. Виды связи влаги с материалом. Равновесная влажность. Методы сушки. Кинетика процесса сушки. Влагопроводность, термовлагопроводность. Усадка и коробление продуктов.	2	1



16.	Кристаллизация и растворение. Сущность и условия осуществления процессов. Способы кристаллизации. Типы кристаллизаторов. Растворение. Основное уравнение процесса.	2	
17.	Экстрагирование (экстракция). Механизм экстрагирования в системе твердое тело – жидкость. Экстракция в системе жидкость – жидкость. Типы экстракторов.	2	
Всего часов		26	6

#### 4.4. Перечень тем практических занятий (семинаров)

Практические занятия по данной дисциплине **не предусматриваются.**

#### 4.5. Перечень тем лабораторных работ

№ п/п	Тема лабораторной работы	Объем, час	
		Форма обучения	
		Очная	Заочная
1.	Исследование процесса дробления	3	2
2.	Испытание перемешивающего устройства	3	2
3.	Исследование процесса разделения неоднородных систем под действием силы тяжести	3	
4.	Исследование процесса разделения неоднородных систем под действием центробежной силы	3	
5.	Исследование процесса фильтрования	3	
6.	Исследование процесса псевдоожижения. Аэродинамика взвешенного слоя.	3	
7.	Определение коэффициента теплопередачи	3	2
8.	Исследование процесса выпаривания	3	2
9.	Определение коэффициента массопередачи	3	
10.	Изучение процесса адсорбции	3	
11.	Изучение процесса абсорбции	3	
12.	Исследование процесса инфракрасной сушки пищевых продуктов	3	2
13.	Исследование СВЧ-сушки	3	
14.	Изучение процесса экстракции	3	
Всего часов		42	10

#### 4.6. Виды самостоятельной работы и перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

##### 4.6.1. Подготовка к аудиторным занятиям

При подготовке обучающихся к аудиторным занятиям могут быть реализованы следующие ее формы:

- работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы;
- поиск (подбор) и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- изучение материала, вынесенного на самостоятельную проработку;

- практикум по учебной дисциплине с использованием программного обеспечения.

Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных контрольных работ, тестовых заданий, сделанных докладов и других форм текущего контроля.

#### 4.6.2. Перечень тем курсовых работ (проектов)

Не предусмотрены

#### 4.6.3. Перечень тем рефератов, расчетно-графических работ

Не предусмотрены

#### 4.6.4 Перечень тем и учебно- методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

№ п/п	Тема	Учебно- методическое обеспечение	Объем, час	
			Форма обучения	
			Очная	Заочная
1	Механические процессы: затраты энергии на дробление; процесс шлифования; рабочий процесс в шнековых прессах; вибрационное сепарирование на ситах; пневматическое, ударное и комбинированное сепарирование; аспирация; магнитное сепарирование.	Кавецкий Г.Д. Процессы и аппараты пищевой технологии / Г.Д. Кавецкий Учебник для вузов КолосС 2008 Остриков А.Н., Красовицкий Ю.В., Шевцов А.А. и др. Процессы и аппараты пищевой технологии Учебник для вузов С.-П. ГИОРД	10	32
2	Гидромеханические процессы: расчет энергозатрат на перемешивание; материальный баланс процессов разделения; электроосаждение.	Кавецкий Г.Д. Процессы и аппараты пищевой технологии / Г.Д. Кавецкий Учебник для вузов КолосС 2008	20	32
3	Тепловые процессы: простые и сложные; аппараты для нагрева и охлаждения; теплоносители; способы увеличения интенсивности теплообмена; технологические системы, питающиеся энергией от утилизаторов теплоты.	Кавецкий Г.Д. Процессы и аппараты пищевой технологии / Г.Д. Кавецкий Учебник для вузов КолосС 2008	20	32
4	Массообменные процессы: массообменные аппараты и процессы в них; основные закономерности движения двухфазных жидкостей; ионообменная адсорбция; молекулярная дистилляция; пересыщение растворов при	Кавецкий Г.Д. Процессы и аппараты пищевой технологии / Г.Д. Кавецкий Учебник для вузов КолосС 2008	26	32

	кристаллизации; управление процессом экстрагирования.			
Всего часов			76	128

#### 4.6.5. Другие виды самостоятельной работы

Других видов самостоятельной работы не предусмотрено

#### 4.7 Перечень тем и видов занятий, проводимых в интерактивной форме

№ п/п	Форма занятия	Тема занятия	Интерактивный метод	Объем, ч
1	Лабораторные	Исследование процесса псевдооживления. Аэродинамика взвешенного слоя.	Работа в малых группах. Метод проектов.	3
2	Лабораторные	Изучение процесса адсорбции	Работа в малых группах. Метод проектов.	3
3	Лабораторные	Исследование процесса сушки	Работа в малых группах. Метод проектов.	3

### 5. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

#### 5.1. ФОС текущего контроля

- устный опрос на лекциях;
- защита лабораторных работ;
- промежуточное тестирование в письменной форме или на компьютере;

#### 5.2. ФОС промежуточной аттестации

##### 5.2. А. Зачет

Не предусмотрен

##### 5.2.Б Экзамен

Критерии оценки знаний на экзамене:

«5» («отлично») выставляется, когда обучающегося показывает глубокое знание предмета (*указать требования, применительно к конкретной дисциплине*) обязательной и дополнительной литературы, аргументировано и логически стройно излагает материал, может применить знания для анализа конкретных ситуаций, профессиональных проблем;

«4» («хорошо») ставится при твердых знаниях предмета, обязательной литературы, знакомстве с дополнительной литературой, аргументированном изложении материала, умении применить знания для анализа конкретных ситуаций, профессиональных проблем;

«3» («удовлетворительно») ставится, когда обучающегося в основном знает предмет, обязательную литературу, может практически применять свои знания;

«2» («неудовлетворительно») ставится, когда обучающегося не усвоил основного содержания предмета и слабо знает рекомендованную литературу.

#### Перечень экзаменационных вопросов по дисциплине

1. Понятие процесса и системы. Классификация основных технологических процессов (механические, гидромеханические, тепловые, массообменные, периодические, непрерывные, стационарные и нестационарные).
2. Измельчение. Его виды. Дробление. Классификация способов дробления.
3. Степень измельчения.
4. Теория дробления.
5. Требования, предъявляемые к дробилкам.
6. Классификация дробилок.
7. Мельницы.
8. Резание. Классификация устройств для резания.
9. Теория резания.
10. Сортирование. Основные методы сортирования.
11. Разделение по размерам (просеивание).
12. Классификация сит.
13. Ситовый анализ.
14. Прессование.
15. Гранулирование.
16. Перемешивание. Механическое перемешивание. Типы мешалок.
17. Пневматическое перемешивание.
18. Перемешивание сыпучих масс.
19. Перемешивание пластичных масс.
20. Понятие неоднородной системы.
21. Дисперсная и дисперсионная фазы.
22. Жидкие и газовые неоднородные системы.
23. Классификация неоднородных систем по размерам частиц.
24. Методы разделения неоднородных систем. Эффект разделения.
25. Осаждение. Уравнение Стокса.
26. Отстойники. Расчет отстойников.
27. Осаждение в центробежном поле.
28. Центрифуги, сепараторы, циклоны.
29. Фильтрование. Виды фильтрования.
30. Теория Фильтрования.
31. Структура потоков в аппаратах непрерывного действия.
32. Время пребывания частиц продукта в аппарате.
33. Течение жидких пленок. Механизм процесса.
34. Течение жидкости и газа через насадку.
35. Распыление жидкости.
36. Барботаж.
37. Тепловые процессы в пищевой аппаратуре.
38. Теория подобия. Критерии подобия; критериальные уравнения.
39. Теплообменники: с рубашками, кожухотрубные, элементные, погружные трубчатые, оросительные.
40. Элементы теплового и гидравлического расчета подогревателей.
41. Выпаривание. Изменение свойств раствора при сгущении.
42. Методы выпаривания. Основные величины, характеризующие работу выпарного аппарата.
43. Материальный баланс выпаривания.
44. Тепловой баланс выпаривания.
45. Выбор выпарных аппаратов.
46. Конденсация Типы конденсаторов.
47. Поверхностные конденсаторы.
48. Барометрические конденсаторы.

49. Массообменные процессы, их классификация.
50. Способы выражения состава фаз.
51. Равновесие фаз.
52. Материальный баланс массообменного процесса.
53. Механизм массопередачи.
54. Молекулярная диффузия.
55. Массопередача в системах без твердой фазы.
56. Массопередача в системах с твердой фазой.
57. Параметры влажного воздуха.
58. Диаграмма состояния влажного воздуха Рамзина.
59. Изображение на диаграмме основных процессов изменения состояния влажного воздуха.
60. Сушка. Влажность материалов.
61. Виды связи влаги с материалом.
62. Равновесная влажность.
63. Кривые сушки и кривые скорости сушки.
64. Усадка и коробление материалов.
65. Классификация сушилок. Основы расчета.
66. Сорбционные процессы. Абсорбция.
67. Материальный баланс абсорбции.
68. Рабочая линия процесса и движущая сила абсорбции.
69. Абсорберы посадочные и тарелочные.
70. Адсорбция.
71. Материальный баланс и движущая сила адсорбции.
72. Типы адсорбентов, их регенерация.
73. Перегонка. Основные законы перегонки.
74. Классификация бинарных смесей.
75. Классификация процессов перегонки.
76. Кристаллизация и растворение. Сущность процессов.
77. Способы кристаллизации.
78. Зоны состояния растворов. Изменение состояния растворов.
79. Основы теории кристаллизации из растворов.
80. Технические устройства для кристаллизации.
81. Основное уравнение процесса растворения.
82. Экстрагирование. Физическая сущность и назначение процесса экстрагирования.
83. Механизм экстрагирования в системе твердое тело - жидкость.
84. Диффузионная теория экстрагирования.
85. Методы интенсификации экстрагирования. Основные типы экстракторов.
86. Экстрагирование в системе жидкость - жидкость; физическая сущность процесса.
87. Методы экстракции. Аппараты для проведения жидкостной экстракции.

Полное описание фонда оценочных средств для промежуточной аттестации обучающихся с перечнем компетенций, описанием показателей и критериев оценивания компетенций, шкал оценивания, типовые контрольные задания и методические материалы представлены в виде отдельного документа (ФОС).

## **6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.**

### **6.1. Рекомендуемая литература.**

#### **6.1.1. Основная литература.**

№	Автор	Заглавие	Гриф	Изда-	Год	Кол-во
---	-------	----------	------	-------	-----	--------

п/п			издания	тельство	издания	экз. в библ.
1	Кавецкий Г.Д.	Процессы и аппараты пищевой технологии	Учебник для вузов	КолосС	2000	110
2	Остриков А.Н., Красовицкий Ю.В., Шевцов А.А. и др.	Процессы и аппараты пищевых производств.	Учебник для вузов	С.-П. ГИОРД	2007	50

### 6.1.2 Дополнительная литература

№ п/п	Автор	Заглавие	Издательство	Год издания
1	Горбатьюк В.И.	Процессы и аппараты пищевых производств	Колос	1999

### 6.1.3 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

№ п/п	Библиотечный номер	Автор	Заглавие	Издательство	Год издания
1	Зак. №965R	Шахова М.Н., Бутова С.В., Гладнева А.А.	Методические указания к лабораторным работам по курсу «Процессы и аппараты пищевых производств»	Воронеж, ВГАУ	2009
2	Зак. 4070	Шахова М.Н., Бутова С.В., Вигутова В.Н.	Рабочая тетрадь для лабораторных занятий по дисциплине «Процессы и аппараты пищевых производств»	Воронеж, ВГАУ	2012

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

1. <http://kompas.ru/> - интернет-сайт САПР Компас
2. <http://ascon.ru/> - интернет-сайт российской компании – разработчика САПР
3. <http://www.autodesk.ru/> - интернет-сайт компании разработчика группы САПР
4. <http://www.sapr.ru/> - интернет сайт журнала «САПР и графика»
5. <http://znanium.com> – Электронный каталог библиотеки Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I
6. <http://e.lanbook.com> – Электронный каталог библиотеки Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I
7. [www.prospektnauki.ru](http://www.prospektnauki.ru) – Электронный каталог библиотеки Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I
8. <http://rucont.ru/> – Электронный каталог библиотеки Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I
9. <http://www.cnsnb.ru/terminal/> – Электронный каталог библиотеки Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I
10. [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru) – Электронный каталог библиотеки Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I
11. <http://archive.neicon.ru/> – Электронный каталог библиотеки Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I
12. <https://нэб.рф/> – Электронный каталог библиотеки Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I

## 6.3. Средства обеспечения освоения дисциплины.

### 6.3.1. Компьютерные обучающие и контролируемые программы.

№ п/п	Вид учебного занятия	Наименование программного обеспечения	Функция программного обеспечения		
			контроль	моделирующая	обучающая
1	Лекции	MicrosoftOffice 2003 Pro,			+

		MicrosoftOffice 2010 Std, MicrosoftWindows 7 Pro, MicrosoftWindowsXP, MozillaFirefox (free),			
2	Лабораторные занятия	ASTГарант, Консультант +(СС Деловые бумаги/ «Техэксперт»,	+		+

### 6.3.2 Аудио и видеопособия

Не используются

### 6.3.3 Компьютерные презентации учебных курсов

Презентации подготовлены по каждой теме лекций.

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



№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения занятий	Перечень основного оборудования, приборов и материалов
1	Специализированная аудитория лекционного типа	Комплект мультимедийного оборудования Комплект компьютерных презентация лекция
2	Специализированная лаборатория 36а	Дробилка. Лабораторный встряхиватель. Сушилка инфракрасная. Ватметр Д500. Шкаф суховоздушный ЩСвЛ-80. Вакуум-сушильный шкаф. Установка для определения параметров псевдоожиженного слоя. Установка для исследования процесса осаждения под действием силы тяжести. Инфракрасная сушилка. Установка для изучения различных способов сушки. Установка по изучению процесса фильтрования. Установка по изучению процесса перемешивания пищевых материалов. Установка по изучению процесса экстрагирования. Печь СВЧ. Весы электронные. Лабораторная мебель.
3	Специализированная аудитория (лабораторно - практические занятия) Линия по переработке плодово-ягодного сырья Воронеж Ул. Смоленская 33	Инспекционный транспортер Моечная машина барабанного типа Бланширователь для размягчения твердых плодов Бланширователь емкостной Б-Е200КС Корзина для бланширователя емкостного Б-Е200КС Рабочий стол из пищевой нержавеющей стали AISI304 (08X18Н10) с регулируемыми опорами Протирочная машина Система водоподготовки Миксер Насос самовсасывающий НСУ-3/0 Насос пластинчатый (шиберный) самовсасывающий НП-3 Вакуум-выпарной котел Винтовой Насос ОНВ-6-00 тип НС Гомогенизатор РПГ Р 7.5 Полуавтоматическое устройство запайки
4	Мельница ВГАУ (лабораторно-практические занятия). Воронеж Ул. Ломоносова 116	Бункер для оперативного хранения зернового сырья. Комбинированный зерноочистительный сепаратор. Циклон. Бункер для отволаживания зерна, Вальцовая дробилка. Рассев. Шнеки. Бункер для муки. Весовой дозатор. Нории.
5	Аудитория для самостоятельной работы	Читальный зал научной библиотеки ВГАУ оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к

	обучающихся (Читальный зал)	сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ВГАУ.
6	Аудитория для индивидуальных консультаций 167	Оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ВГАУ.
7	Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования	167 – аудитории для профилактического обслуживания и ремонта оборудования



**8. Междисциплинарные связи****Протокол**

согласования рабочей программы с другими дисциплинами.

Наименование дисциплины, с которой проводилось согласование	Кафедра, с которой проводилось согласование	Предложения об изменениях в рабочей программе. Заключение об итогах согласования	Подпись зав. кафедрой
Оборудование и автоматизация	ПАПП	Согласовано	 Корольков а Н.В.
Теплотехника	ПАПП	Согласовано	 Корольков а Н.В.



