

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**ИНСТИТУТ АГРОИНЖЕНЕРИИ ФГБОУ ВО ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГАУ**

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета ТС в АПК

С.А. Барышников

07 февраля 2018 г.

Кафедра «Переработка сельскохозяйственной продукции и безопасность жизнедеятельности»

Рабочая программа дисциплины

**Б1.В.04 ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ**

Направление подготовки **35.03.06** **Агроинженерия**

Профиль **Технологическое оборудование для хранения  
и переработки сельскохозяйственной продукции**

Уровень высшего образования – бакалавриат (прикладной)

Квалификация – бакалавр

Форма обучения – очная

Челябинск  
2018

Рабочая программа дисциплины «Процессы и аппараты» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации 20.10.2015 г. № 1172. Рабочая программа дисциплины предназначена для подготовки бакалавра по направлению **35.03.06 Агронинженерия, профиль – Технологическое оборудование для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции.**

Настоящая рабочая программа дисциплины составлена в рамках основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) и учитывает особенности обучения при инклюзивном образовании лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалидов.

Составитель – кандидат технических наук, доцент кафедры «Переработка сельскохозяйственной продукции и безопасность жизнедеятельности» Шумов А.В.

Рабочая программа дисциплины обсуждена на заседании кафедры «Переработка сельскохозяйственной продукции и безопасность жизнедеятельности»

05 февраля 2018 г. (протокол № 6).

Зав. кафедрой «Переработка сельскохозяйственной продукции и безопасность жизнедеятельности»,  
доктор технических наук, доцент

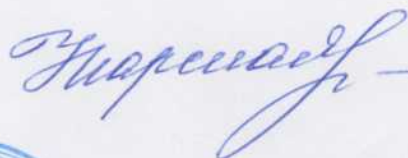


А.В. Богданов

Рабочая программа дисциплины одобрена методической комиссией факультета технического сервиса в агропромышленном комплексе

07 февраля 2018 г. (протокол № 6).

Председатель методической комиссии  
факультета технического сервиса  
в агропромышленном комплексе,  
кандидат педагогических наук, доцент



Н.В. Парская

Директор Научной библиотеки



Е.Л. Лебедева

## СОДЕРЖАНИЕ

1.	Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП	4
1.1.	Цель и задачи дисциплины	4
1.2.	Планируемые результаты обучения по дисциплине (показатели сформированности компетенций)	4
2.	Место дисциплины в структуре ОПОП	4
3.	Объем дисциплины и виды учебной работы	5
3.1.	Распределение объема дисциплины по видам учебной работы	5
3.2.	Распределение учебного времени по разделам и темам	5
4.	Структура и содержание дисциплины	6
4.1.	Содержание дисциплины	6
4.2.	Содержание лекций	8
4.3.	Содержание лабораторных занятий	11
4.4.	Содержание практических занятий	11
4.5.	Виды и содержание самостоятельной работы обучающихся	11
5.	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	13
6.	Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине	14
7.	Основная и дополнительная учебная литература, необходимая для освоения дисциплины	14
8.	Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины	14
9.	Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	14
10.	Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем	15
11.	Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	15
12.	Инновационные формы образовательных технологий	17
	Приложение №1. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине	18
	Лист регистрации изменений	41

# 1. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП

## 1.1. Цель и задачи дисциплины

Бакалавр по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия, должен быть подготовлен к следующим видам профессиональной деятельности: научно-исследовательской; проектной; производственно-технологической; организационно-управленческой.

**Цель дисциплины** – сформировать у обучающихся систему профессиональных знаний в области процессов и аппаратов перерабатывающих производств.

### Задачи дисциплины:

- изучить основные виды процессов переработки сельскохозяйственной продукции и закономерностей их протекания, типовые схемы машин и аппаратов перерабатывающих производств;
- научиться анализировать процессы переработки сельскохозяйственной продукции, рассчитывать и разрабатывать технологические требования к ним, рассчитывать конструктивные и технологические параметры машин и аппаратов перерабатывающих производств;
- приобрести навыки анализа и расчета типовых процессов и конструкций аппаратов при решении задач переработки сельскохозяйственной продукции.

## 1.2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (показатели сформированности компетенций)

Контролируемые компетенции	ЗУН		
	знания	умения	навыки
ПК-11 способностью использовать технические средства для определения параметров технологических процессов и качества продукции	Обучающийся должен знать: процессы переработки сельскохозяйственной продукции, закономерности их протекания и расчета; устройство и расчет типовых схем машин и аппаратов перерабатывающих производств- (Б1.В.04-З.1)	Обучающийся должен уметь: анализировать процессы переработки сельскохозяйственной продукции, рассчитывать и разрабатывать технологические требования к ним; рассчитывать конструктивные и технологические параметры машин и аппаратов перерабатывающих производств- (Б1.В.04-У.1)	Обучающийся должен владеть: навыками анализа и расчета типовых процессов и конструкций аппаратов при решении задач переработки сельскохозяйственной продукции- (Б1.В.04-Н.1)

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Процессы и аппараты» относится к вариативной части Блока 1 (Б1.В.04), основной профессиональной образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 35.03.06 - Агроинженерия, профиль - Технологическое оборудование для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции.

**Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими предшествующими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами**

№ п/п	Наименование обеспечивающих (предшествующих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин, практик	Формируемые компетенции	
		Раздел 1	Раздел 2
Предшествующие дисциплины, практики в учебном плане отсутствуют			
Последующие дисциплины, практики			
1.	Технология хранения и переработки сельскохозяйственной продукции	ПК-11	ПК-11
2.	Технологическое оборудование для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции	ПК-11	ПК-11
3.	Технологическое оборудование для переработки продукции растениеводства	ПК-11	ПК-11
4.	Качество переработки и безопасность пищевых продуктов	ПК-11	ПК-11

**3. Объем дисциплины и виды учебной работы**

Объем дисциплины составляет 4 зачетные единицы (ЗЕТ), 144 академических часа (далее часов). Дисциплина изучается в 4 семестре.

**3.1. Распределение объема дисциплины по видам учебной работы**

Вид учебной работы	Количество часов
<b>Контактная работа (всего)</b>	<b>70</b>
В том числе:	
Лекции (Л)	28
Практические занятия (ПЗ)	-
Лабораторные занятия (ЛЗ)	42
<b>Самостоятельная работа обучающихся (СР)</b>	<b>47</b>
<b>Контроль</b>	<b>27</b>
<b>Итого</b>	<b>144</b>

**3.2. Распределение учебного времени по разделам и темам**

№ темы	Наименование раздела и темы	Всего часов	в том числе				
			контактная работа			СР	контроль
			Л	ЛЗ	ПЗ		
1	2	3	4	5	6	7	8
Раздел 1. Введение. Механические процессы							
1.1.	Введение. Процессы измельчения	22	4	8	-	10	х

1.2.	Процессы сортирования	10	2	4	-	4	х
1.3.	Процесс смешивания	9	2	4	-	3	х
1.4.	Процессы обработки материалов давлением	8	2	4	-	2	х
<b>Раздел 2. Гидромеханические, теплообменные и массообменные процессы Физические методы обработки пищевых продуктов</b>							
2.1.	Основы гидравлики. Процессы перемешивания жидких и вязкопластичных сред	10	2	4	-	4	х
2.2.	Отстаивание и осаждение	7	2	2	-	3	х
2.3.	Обратный осмос и ультрафильтрация. Фильтрование	8	2	2	-	4	х
2.4.	Разделение газовых неоднородных систем и псевдоожижение	8	2	2	-	4	х
2.5.	Тепловые процессы и теплообменные аппараты	9	2	4	-	3	х
2.6.	Процессы нагревания и охлаждения, испарения, конденсации и выпаривания	7	2	2	-	3	х
2.7.	Процессы массообмена	12	4	4	-	4	х
2.8.	Физические способы обработки пищевых продуктов	7	2	2	-	3	х
	Контроль	<b>27</b>	<b>х</b>	<b>х</b>	<b>х</b>	<b>х</b>	<b>27</b>
	<b>Итого</b>	<b>144</b>	<b>28</b>	<b>42</b>	<b>-</b>	<b>47</b>	<b>27</b>

#### 4. Структура и содержание дисциплины

##### 4.1. Содержание дисциплины

##### Раздел 1. Введение. Механические процессы

##### Введение. Процессы измельчения

Цель и задачи дисциплины. Основные законы и понятия: закон сохранения массы и энергии, уравнение материального и энергетического анализа, движущая сила процесса, равновесие, законы переноса массы и энергии. Классификация основных процессов. Свойства основных видов сырья и продуктов его переработки. Основные сведения о параметрах технологических процессов. Аналитические методы расчета. Методы проектирования и моделирования процессов и аппаратов. Теоремы подобия. Метод геометрического подобия. Метод физического подобия. Требования, предъявляемые к аппаратам и основы их рационального построения. Характеристика основных материалов для изготовления аппаратов. Классификация способов измельчения. Теоретические основы деформации и разрушения. Общие требования, предъявляемые к основным типам измельчающих машин. Устройство и работа основных типов дробилок. Теория резания. Классификация режущих устройств. Основные типы устройств для резания. Расчет основных технологических и конструктивных параметров.

##### Процессы сортирования

Классификация сыпучих сред. Основные задачи процесса классификации и критерии его эффективности. Классификация методов сортирования и области их применения. Устройство и работа аппаратов для классификации сыпучих сред. Физические основы теории ситового анализа. Пневматическая классификация. Гидравлическая классификация. Расчет состава смесей и построение кривых разделения по опытным данным. Практические схемы сортирование смесей по длине, ширине, толщине частиц и аэродинамическим свойствам.

Расчет основных технологических параметров простых сепараторов. Отделение металлических примесей. Пути интенсификации сортирования и снижения энергетических затрат.

### **Процесс смешивания**

Общие сведения о процессах смешивания. Критерии оценки однородности смеси. Кинетика процесса смешивания. Классификация смесителей сыпучих материалов, устройство и расчет.

### **Процессы обработки материалов давлением**

Физическое значение и область применения процессов давления. Уплотнение сыпучих материалов, отжим, формование, гомогенизация, таблетирование и брикетирование сырья. Элементы теории обработки пищевых продуктов давлением. Классификация и устройство машин для обработки материалов давлением. Устройство прессов для отжима и формования пластичных масс. Устройство брикетировочных прессов, экструдеров и эспандеров. Основные расчеты процессов и аппаратов для обработки материалов давлением. Пути интенсификации прессования и снижения энергетических затрат.

## **Раздел 2. Гидромеханические, теплообменные и массообменные процессы. Физические методы обработки пищевых продуктов**

### **Основы гидравлики. Процессы перемешивания жидких и вязкопластичных сред**

Основное уравнение гидростатики. Свойства гидростатического давления. Основные режимы движения жидкости. Расчет простых трубопроводов. Гидравлические машины, основные конструктивные и технологические параметры и их расчет. Циркуляционное перемешивание, статическое перемешивание, механическое перемешивание. Основные виды мешалок и их характеристика. Выбор типа перемешивающих устройств. Основные параметры, характеризующие процесс перемешивания. Расчет лопастных, пропеллерных, турбинных и якорных мешалок. Расчет мощности на процесс перемешивания. Особенности перемешивания жидких и вязкопластичных сред. Устройство смесителей и аппаратов для перемешивания сырья. Виды мешалок и смесителей. Теоретические основы и математическое моделирование процесса перемешивания. Эффективность перемешивания. Расход энергии на перемешивание жидких и вязкопластичных сред.

### **Отстаивание и осаждение**

Классификация неоднородных систем. Методы разделения. Материальный баланс процесса разделения. Кинетика разделения неоднородных систем. Отстаивание и осаждение. Отстаивание под действием гравитационного поля. Осаждение под действием центробежных сил. Кинетика процесса осаждения в гравитационном поле. Уравнение Стокса. Определение скорости осаждения частицы. Влияние формы частицы и концентрации суспензии. Закономерности осаждения под действием центробежных сил. Устройство и основные расчеты осадительных центрифуг и сепараторов.

### **Обратный осмос и ультрафильтрация. Фильтрование**

Теоретические основы разделения обратным осмосом и ультрафильтрацией. Сущность и виды мембранных процессов. Типы мембран. Конструктивные схемы мембранных установок. Применение баромембранных процессов для разделения, регенерация и стерилизации растворов. Расчет аппаратов проточного типа. Виды фильтрования. Движущая сила и скорость процесса. Оборудование для фильтрования, основные конструктивные и технологические параметры и их расчет.

### **Разделение газовых неоднородных систем и псевдоожижение**

Гравитационная очистка газов. Очистка газов под действием инерционных и центробежных сил. Фильтрование газов через пористые перегородки. Принципы действия и основные расчеты циклонов. Мокрая очистка газов. Очистка газов в электрическом поле

высокого напряжения. Оборудование для разделения газовых неоднородных систем, основные конструктивные и технологические расчеты. Физические основы псевдооживления и расчетные формулы. Аппараты с псевдооживленным слоем.

### **Тепловые процессы и теплообменные аппараты**

Классификация теплообменных процессов и аппаратов. Балансы энергии в тепловых процессах с изменением и без изменения физического состояния теплоносителей. Движущая сила тепловых процессов. Влияние динамики течения сред на среднюю разность температур. Математическое моделирование теплообменных процессов. Теплообменники, их типы. Устройство теплообменников. Основные расчеты теплообменников.

### **Процессы нагревания и охлаждения, испарения и конденсации и выпаривания**

Основные понятия о процессах нагревания, охлаждения испарение, конденсация. Устройство теплообменных аппаратов. Типовые схемы и расчет технологических и конструктивных параметров аппаратов. Процессы выпаривания. Общая характеристика процесса выпаривания. Физико-химические основы выпаривания. Понятия полной и полезной разности температур. Основные положения расчета выпарных установок. Принципиальные схемы, балансы массы и энергии однокорпусной и многокорпусной вакуум-выпарных установок. Конструктивные схемы выпарных аппаратов. Тепловые насосы.

### **Процессы массообмена**

Применение массообменных процессов. Основные расчеты массообменных процессов и аппаратов. Процессы сушки. Применение процессов сушки при переработке с.-х. продукции. Формы связи влаги с твердой фазой биологических материалов. Способы сушки. Диаграмма состояния влажного воздуха при сушке. Балансы массы и энергии в процессе сушки. Статика и кинетика процесса сушки. Классификация сушильных аппаратов, их устройства. Основные расчеты сушильных аппаратов. Абсорбционные и адсорбционные процессы. Основы расчетов процессов и аппаратов. Ионнообменные процессы и аппараты. Процессы экстракции и насыщения твердых тел компонентами. Равновесие в системе жидкость-жидкость. Массопередача при экстракции. Схема и расчет процессов экстракции. Конструкция и расчет экстракторов. Процессы перегонки и ректификации. Физико-химическая сущность процессов. Основные расчеты. Схемы ректификационных установок. Простая и фракционная перегонка. Виды перегонки. Ректификация. Ректификационные установки непрерывного и периодического действия, для разделения многокомпонентной смеси. Процессы кристаллизации и растворения. Назначение и применение процессов кристаллизации и растворения. Физико-химическая сущность процессов. Условия равновесия сред. Скорости образования и роста кристаллов. Материальный и тепловой балансы процесса кристаллизации. Устройство и работа кристаллизаторов. Биохимические процессы. Общая характеристика биохимических процессов. Кинетика ферментационных процессов. Аппараты для проведения биохимических процессов и их расчет.

### **Физические методы обработки пищевых продуктов**

Обработка пищевых продуктов инфракрасным излучением. Источники инфракрасного излучения. Оптические свойства пищевых продуктов. Процесс нагрева пищевых продуктов инфракрасным излучением. Обработка пищевых продуктов в электрическом поле. Электрофизические свойства пищевых продуктов. Электроконтактный нагрев. Электроплазмолиз. Высокочастотный метод обработки сырья. Электрокопчение. Обработка пищевых продуктов с помощью акустических методов. Обработка пищевых продуктов ультразвуком. Химическое и биологическое действие импульсного разряда. Использование магнитоимпульсных методов обработки пищевых продуктов.

## **4.2. Содержание лекций**

№ п/п	Наименование лекций	Кол-во часов
----------	---------------------	-----------------



1.	Цель и задачи дисциплины. Основные законы и понятия: закон сохранения массы и энергии, уравнение материального и энергетического анализа, движущая сила процесса, равновесие, законы переноса массы и энергии. Классификация основных процессов. Свойства основных видов сырья и продуктов его переработки. Основные сведения о параметрах технологических процессов. Аналитические методы расчета. Методы проектирования и моделирования процессов и аппаратов. Теоремы подобия. Метод геометрического подобия. Метод физического подобия. Требования, предъявляемые к аппаратам и основы их рационального построения. Характеристика основных материалов для изготовления аппаратов. Классификация способов измельчения. Теоретические основы деформации и разрушения. Общие требования, предъявляемые к основным типам измельчающих машин. Устройство и работа основных типов дробилок. Теория резания. Классификация режущих устройств. Основные типы устройств для резания. Расчет основных технологических и конструктивных параметров.	4
2.	Классификация сыпучих сред. Основные задачи процесса классификации и критерии его эффективности. Классификация методов сортирования и области их применения. Устройство и работа аппаратов для классификации сыпучих сред. Физические основы теории ситового анализа. Пневматическая классификация. Гидравлическая классификация. Расчет состава смесей и построение кривых разделения по опытным данным. Практические схемы сортирование смесей по длине, ширине, толщине частиц и аэродинамическим свойствам. Расчет основных технологических параметров простых сепараторов. Отделение металлических примесей. Пути интенсификации сортирования и снижения энергетических затрат.	2
3.	Общие сведения о процессах смешивания. Критерии оценки однородности смеси. Кинетика процесса смешивания. Классификация смесителей сыпучих материалов, устройство и расчет.	2
4.	Физическое значение и область применения процессов давления. Уплотнение сыпучих материалов, отжим, формование, гомогенизация, таблетирование и брикетирование сырья. Элементы теории обработки пищевых продуктов давлением. Классификация и устройство машин для обработки материалов давлением. Устройство прессов для отжима и формования пластичных масс. Устройство брикетировочных прессов, экструдеров и эспандеров. Основные расчеты процессов и аппаратов для обработки материалов давлением. Пути интенсификации прессования и снижения энергетических затрат.	2
5.	Основное уравнение гидростатики. Свойства гидростатического давления. Основные режимы движения жидкости. Расчет простых трубопроводов. Гидравлические машины, основные конструктивные и технологические параметры и их расчет. Циркуляционное перемешивание, статическое перемешивание, механическое перемешивание. Основные виды мешалок и их характеристика. Выбор типа перемешивающих устройств. Основные параметры, характеризующие процесс перемешивания. Расчет лопастных, пропеллерных, турбинных и якорных мешалок. Расчет мощности на процесс перемешивания. Особенности перемешивания жидких и вязкопластичных сред. Устройство смесителей и аппаратов для перемешивания сырья. Виды мешалок и смесителей. Теоретические основы и математическое моделирование процесса перемешивания. Эффективность перемешивания. Расход энергии на перемешивание жидких и вязкопластичных сред.	2
6.	Классификация неоднородных систем. Методы разделения. Материальный	2

	баланс процесса разделения. Кинетика разделения неоднородных систем. Отстаивание и осаждение. Отстаивание под действием гравитационного поля. Осаждение под действием центробежных сил. Кинетика процесса осаждения в гравитационном поле. Уравнение Стокса. Определение скорости осаждения частицы. Влияние формы частицы и концентрации суспензии. Закономерности осаждения под действием центробежных сил. Устройство и основные расчеты осадительных центрифуг и сепараторов.	
7.	Теоретические основы разделения обратным осмосом и ультрафильтрацией. Сущность и виды мембранных процессов. Типы мембран. Конструктивные схемы мембранных установок. Применение баромембранных процессов для разделения, регенерация и стерилизации растворов. Расчет аппаратов проточного типа. Виды фильтрования. Движущая сила и скорость процесса. Оборудование для фильтрования, основные конструктивные и технологические параметры и их расчет.	2
8.	Гравитационная очистка газов. Очистка газов под действием инерционных и центробежных сил. Фильтрование газов через пористые перегородки. Принципы действия и основные расчеты циклонов. Мокрая очистка газов. Очистка газов в электрическом поле высокого напряжения. Оборудование для разделения газовых неоднородных систем, основные конструктивные и технологические расчеты. Физические основы псевдооживления и расчетные формулы. Аппараты с псевдооживленным слоем.	2
9.	Классификация теплообменных процессов и аппаратов. Балансы энергии в тепловых процессах с изменением и без изменения физического состояния теплоносителей. Движущая сила тепловых процессов. Влияние динамики течения сред на среднюю разность температур. Математическое моделирование теплообменных процессов. Теплообменники, их типы. Устройство теплообменников. Основные расчеты теплообменников.	2
10.	Основные понятия о процессах нагревания, охлаждения испарение, конденсация. Устройство теплообменных аппаратов. Типовые схемы и расчет технологических и конструктивных параметров аппаратов. Процессы выпаривания. Общая характеристика процесса выпаривания. Физико-химические основы выпаривания. Понятия полной и полезной разности температур. Основные положения расчета выпарных установок. Принципиальные схемы, балансы массы и энергии однокорпусной и многокорпусной вакуум-выпарных установок. Конструктивные схемы выпарных аппаратов. Тепловые насосы.	2
11.	Применение массообменных процессов. Основные расчеты массообменных процессов и аппаратов. Процессы сушки. Применение процессов сушки при переработке с.-х. продукции. Формы связи влаги с твердой фазой биологических материалов. Способы сушки. Диаграмма состояния влажного воздуха при сушке. Балансы массы и энергии в процессе сушки. Статика и кинетика процесса сушки. Классификация сушильных аппаратов, их устройства. Основные расчеты сушильных аппаратов. Абсорбционные и адсорбционные процессы. Основы расчетов процессов и аппаратов. Ионообменные процессы и аппараты. Процессы экстракции и насыщения твердых тел компонентами. Равновесие в системе жидкость-жидкость. Массопередача при экстракции. Схема и расчет процессов экстракции. Конструкция и расчет экстракторов. Процессы перегонки и ректификации. Физико-химическая сущность процессов. Основные расчеты. Схемы ректификационных установок. Простая и фракционная перегонка. Виды перегонки. Ректификация. Ректификационные установки непрерывного и	4

	периодического действия, для разделения многокомпонентной смеси. Процессы кристаллизации и растворения. Назначение и применение процессов кристаллизации и растворения. Физико-химическая сущность процессов. Условия равновесия сред. Скорости образования и роста кристаллов. Материальный и тепловой балансы процесса кристаллизации. Устройство и работа кристаллизаторов. Биохимические процессы. Общая характеристика биохимических процессов. Кинетика ферментационных процессов. Аппараты для проведения биохимических процессов и их расчет.	
12.	Обработка пищевых продуктов инфракрасным излучением. Источники инфракрасного излучения. Оптические свойства пищевых продуктов. Процесс нагрева пищевых продуктов инфракрасным излучением. Обработка пищевых продуктов в электрическом поле. Электрофизические свойства пищевых продуктов. Электроконтактный нагрев. Электроплазмолиз. Высокочастотный метод обработки сырья. Электрокопчение. Обработка пищевых продуктов с помощью акустических методов. Обработка пищевых продуктов ультразвуком. Химическое и биологическое действие импульсного разряда. Использование магнитоимпульсных методов обработки пищевых продуктов.	2
	<b>Итого</b>	<b>28</b>

#### 4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование лабораторных занятий	Кол-во часов
1.	Исследование работы вальцовой дробилки. Решение задач по теме модуля	4
2.	Исследование работы молотковой дробилки. Решение задач по теме модуля	4
3.	Исследование работы пробивных сит. Решение задач по теме модуля	4
4.	Исследование работы мешалок для перемешивания жидких сред. Решение задач по теме модуля	4
5.	Исследование работы смесителей сыпучих материалов. Решение задач по теме модуля	4
6.	Исследование работы шнековых формователей. Решение задач по теме модуля	2
7.	Исследование работы формовочного одношнекового экструдера. Решение задач по теме модуля	2
8.	Исследование работы центрифуг. Решение задач по теме модуля	2
9.	Исследование работы фильтра для очистки воды. Решение задач по теме модуля	2
10.	Исследование работы электрофильтра. Решение задач по теме модуля	2
11.	Исследование работы воздушного фильтра. Решение задач по теме модуля	2
12.	Исследование работы теплообменника. Решение задач по теме модуля	4
13.	Исследование работы сушильной установки полочного типа. Решение задач по теме модуля	2
14.	Исследование работы адсорберов. Решение задач по теме модуля	2
15.	Исследование работы микроволновой печи. Решение задач по теме модуля	2
	<b>Итого</b>	<b>42</b>

#### 4.4. Содержание практических занятий

Практические занятия не предусмотрены учебным планом.

#### 4.5. Виды и содержание самостоятельной работы обучающихся

##### 4.5.1. Виды самостоятельной работы обучающихся

Виды самостоятельной работы обучающихся	Количество часов
Подготовка к лабораторным занятиям и защите лабораторных работ	12
Самостоятельное изучение отдельных тем и вопросов	35
<b>Итого</b>	<b>47</b>

#### 4.5.2. Содержание самостоятельной работы обучающихся

№ п/п	Наименование тем и вопросов	Кол-во часов
1.	Основные законы и понятия: закон сохранения массы и энергии, уравнение материального и энергетического анализа, движущая сила процесса, равновесие, законы переноса массы и энергии	3
2.	Основные сведения о параметрах технологических процессов. Аналитические методы расчета. Методы проектирования и моделирования процессов и аппаратов. Теоремы подобия. Метод геометрического подобия	3
3.	Основные технологические требования, предъявляемые к дробилкам. Устройство и принцип действия. Расчет основных технологических и конструктивных параметров дробилок	4
4.	Основные технологические требования, предъявляемые к зерноочистительным сепараторам. Устройство и принцип действия. Расчет основных технологических и конструктивных параметров зерноочистительных сепараторов	4
5.	Основные технологические требования, предъявляемые к смесителям сыпучих материалов. Устройство и принцип действия. Расчет основных технологических и конструктивных параметров смесителей сыпучих материалов	3
6.	Основные технологические требования, предъявляемые к экструдерам. Устройство и принцип действия. Расчет основных технологических и конструктивных параметров экструдеров	2
7.	Основные технологические требования, предъявляемые к гидравлическим машинам. Устройство и принцип действия. Расчет основных технологических и конструктивных параметров гидравлических машин	2
8.	Основные технологические требования, предъявляемые к лопастным мешалкам. Устройство и принцип действия. Расчет основных технологических и конструктивных параметров лопастных мешалок	2
9.	Основные технологические требования, предъявляемые к сепараторам. Устройство и принцип действия. Расчет основных технологических и конструктивных параметров сепараторов	3
10.	Основные технологические требования, предъявляемые к мембранным установкам. Устройство и принцип действия. Расчет основных технологических и конструктивных параметров мембранных установок	2
11.	Основные технологические требования, предъявляемые к фильтрам. Устройство и принцип действия. Расчет основных технологических и конструктивных параметров фильтров	2
12.	Основные технологические требования, предъявляемые к циклонам. Устройство и принцип действия. Расчет основных технологических и конструктивных параметров циклонов	2
13.	Основные технологические требования, предъявляемые к аппаратам с псевдоожиженным слоем. Устройство и принцип действия. Расчет основных технологических и конструктивных параметров аппаратов с псевдоожиженным	2

	слоям	
14.	Основные технологические требования, предъявляемые к теплообменникам. Устройство и принцип действия. Расчет основных технологических и конструктивных параметров теплообменников	3
15.	Основные технологические требования, предъявляемые к вакуум-выпарным установкам. Устройство и принцип действия. Расчет основных технологических и конструктивных параметров вакуум-выпарных установок	3
16.	Основные технологические требования, предъявляемые к массообменным аппаратам. Устройство и принцип действия. Расчет основных технологических и конструктивных параметров массообменным аппаратов	2
17.	Основные технологические требования, предъявляемые к адсорберам. Устройство и принцип действия. Расчет основных технологических и конструктивных параметров адсорберов	2
18.	Основные технологические требования, предъявляемые к установкам для электрокопчения. Устройство и принцип действия. Расчет основных технологических и конструктивных параметров установок для электрокопчения	3
	<b>Итого</b>	<b>47</b>

### 5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Учебно-методические разработки имеются в Научной библиотеке ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ:

1. Методические указания к курсовому проектированию по дисциплине «Процессы и аппараты» [Электронный ресурс]: для бакалавров очной и заочной форм обучения направлений подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» профиля «Технологическое оборудование для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции», 19.03.02 «Продукты питания из растительного сырья» профиля «Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий», 44.03.04 «Профессиональное обучение (по отраслям)» профиля «Производство продовольственных продуктов» / сост. А. В. Шумов; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии. – Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2017. – 10 с.

Доступ из локальной сети: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/kpsxp/271.pdf>.

2. Методические указания для самостоятельной работы по дисциплине «Процессы и аппараты» обучающихся очной и заочной форм обучения для: направления подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» профиля «Технологическое оборудование для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции»; направления подготовки 44.03.04 «Профессиональное обучение (по отраслям)» профиля «Производство продовольственных продуктов»; направления подготовки 19.03.02 «Продукты питания из растительного сырья» профиля «Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий» / сост. Е.В. Запорощенко; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии. – Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2017. – 6 с. Доступ из локальной сети: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/kpsxp/154.pdf>.

3. Методические указания к лабораторным занятиям по дисциплине «Процессы и аппараты» [Электронный ресурс]: для бакалавров очной и заочной форм обучения направлений подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» профиля «Технологическое оборудование для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции», 19.03.02 «Продукты питания из растительного сырья» профиля «Технологии хлеба, кондитерских и макаронных изделий», 44.03.04 «Профессиональное обучение (по отраслям)» профиля «Производство продовольственных продуктов» / сост. М. Л. Гордиевских, А. В. Шумов; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии. – Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2017. – 78 с. Доступ из локальной сети: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/kpsxp/275.pdf>.

4. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Процессы и аппараты» [Электронный ресурс]: для бакалавров очной и заочной форм обучения направлений подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» профиля «Технологическое оборудование для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции», 19.03.02 «Продукты питания из растительного сырья» профиля «Технологии хлеба, кондитерских и макаронных изделий», 44.03.04 «Профессиональное обучение (по отраслям)» профиля «Производство продовольственных продуктов» / сост. М. Л. Гордиевских, А. В. Шумов; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии. – Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2017. – 91 с.

Доступ из локальной сети: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/kpsxp/272.pdf>.

## **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Для установления соответствия уровня подготовки обучающихся требованиям ФГОС ВО разработан фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине. Фонд оценочных средств представлен в Приложении №1.

## **7. Основная и дополнительная учебная литература, необходимая для освоения дисциплины**

### **Основная:**

1. Бредихин С. А. Процессы и аппараты пищевой технологии [Электронный ресурс]: / Бредихин С.А., Бредихин А.С., Жуков В.Г., Космодемьянский Ю.В.. Москва: Лань", 2014. Доступ к полному тексту с сайта ЭБС Лань: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=50164](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=50164).

2. Вобликова, Т. В. Процессы и аппараты пищевых производств [Электронный ресурс] / Вобликова Т.В., Шлыков С.Н., Пермяков А.В. – Москва: Лань, 2017. – 204 с. Доступ к полному тексту с сайта ЭБС Лань: <https://e.lanbook.com/book/90162>.

### **Дополнительная:**

1. Алексеев Г.В. Виртуальный лабораторный практикум по курсу "Процессы и аппараты пищевых производств" [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Г.В. Алексеев, И.И. Бриденко, Н.И. Лукин. - Москва: Лань, 2011. – 143 с. Доступ к полному тексту с сайта ЭБС Лань: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=4121](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=4121).

2. Кавецкий Г. Д. Процессы и аппараты пищевой технологии [Текст]: Учебник / Г. Д. Кавецкий, Б. В. Васильев. - М.: Колос, 2000. – 551 с.

3. Холодидин А. Лабораторный практикум по курсу «Процессы и аппараты пищевых производств» [Электронный ресурс] / А. Холодидин; С.Ю. Соловых. Оренбург: ОГУ, 2014. – 142 с. Доступ к полному тексту с сайта ЭБС Лань: [http://biblioclub.ru/index.php?page\\_book&id=330536](http://biblioclub.ru/index.php?page_book&id=330536).

4. Ковалевский В.И. Проектирование технологического оборудования и линий [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В.И. Ковалевский. - Москва: Лань, 2016. – 316 с. Доступ к полному тексту с сайта ЭБС Лань: <https://e.lanbook.com/book/71701>.

5. Кавецкий Г. Д. Процессы и аппараты пищевой технологии [Текст]: учебник / Г. В. Кавецкий, В. П. Касьяненко. М.: КолосС, 2008.- 591 с.

6. Плаксин Ю. М. Процессы и аппараты пищевых производств [Текст]: учебник / Ю. М. Плаксин, Н. Н. Малахов, В. А. Ларин. М.: КолосС, 2008.- 760 с.

### **Периодические издания:**

«Пищевая промышленность», «Хранение и переработка сельскохозяйственного сырья», «Достижения науки и техники в АПК», «Механизация и электрификация сельского хозяйства», «Техника в сельском хозяйстве», «Техника и оборудование для села», «Хлебопродукты», «Мясная индустрия», «Молочная промышленность», «Переработка молока».

## **8. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины**

1. Единое окно доступа к учебно-методическим разработкам <https://юургау.рф>.
2. ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>
3. Университетская библиотека ONLINE <http://biblioclub.ru>

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Учебно-методические разработки имеются в Научной библиотеке и электронной информационно-образовательной среде ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ:

1. Методические указания к лабораторным занятиям по дисциплине «Процессы и аппараты» [Электронный ресурс]: для бакалавров очной и заочной форм обучения направлений подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» профиля «Технологическое оборудование для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции», 19.03.02 «Продукты питания из растительного сырья» профиля «Технологии хлеба, кондитерских и макаронных изделий», 44.03.04 «Профессиональное обучение (по отраслям)» профиля «Производство продовольственных продуктов» / сост. М. Л. Гордиевских, А. В. Шумов; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии. – Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2017. – 78 с. Доступ из локальной сети: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/kpsxp/275.pdf>.

2. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Процессы и аппараты» [Электронный ресурс]: для бакалавров очной и заочной форм обучения направлений подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» профиля «Технологическое оборудование для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции», 19.03.02 «Продукты питания из растительного сырья» профиля «Технологии хлеба, кондитерских и макаронных изделий», 44.03.04 «Профессиональное обучение (по отраслям)» профиля «Производство продовольственных продуктов» / сост. М. Л. Гордиевских, А. В. Шумов; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии. – Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2017. – 91 с.

Доступ из локальной сети: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/kpsxp/272.pdf>.

3. Методические указания к курсовому проектированию по дисциплине «Процессы и аппараты» [Электронный ресурс]: для бакалавров очной и заочной форм обучения направлений подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» профиля «Технологическое оборудование для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции», 19.03.02 «Продукты питания из растительного сырья» профиля «Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий», 44.03.04 «Профессиональное обучение (по отраслям)» профиля «Производство продовольственных продуктов» / сост. А. В. Шумов; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии. – Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2017. – 10 с.

Доступ из локальной сети: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/kpsxp/271.pdf>.

4. Методические указания для самостоятельной работы по дисциплине «Процессы и аппараты» обучающихся очной и заочной форм обучения для: направления подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» профиля «Технологическое оборудование для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции»; направления подготовки 44.03.04 «Профессиональное обучение (по отраслям)» профиля «Производство продовольственных продуктов»; направления подготовки 19.03.02 «Продукты питания из растительного сырья» профиля «Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий» / сост. Е.В. Запорощенко; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии. – Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2017. – 6 с. Доступ из локальной сети: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/kpsxp/154.pdf>.

## **10. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

В Научной библиотеке с терминальных станций предоставляется доступ к базам данных:

- КонсультантПлюс (справочные правовые системы);
- Техэксперт (информационно-справочная система ГОСТов).

Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа: ОС спец. назнач. «Astra Linux Special Edition» с офисной программой LibreOffice (ЮУрГАУ) №РБТ-14/1653-01-ВУЗ от 14.03.2018 (Бессрочная), MyTestXPRo 11.0 Суб. Дого. № А0009141844/165/44 от 04.07.2017, nanoCAD Электро версия 8.0 локальная № NCEL80-05851 от 23.03.2018, ПО «Maxima» (аналог MathCAD) свободно распространяемое, ПО «GIMP» (аналог Photoshop) свободно распространяемое, ПО «FreeCAD» (аналог AutoCAD) свободно распространяемое, Учебный комплект ПО КОМПАС 3D v 18, Договор № КАД-18-0863 от 06.07.2018 г, Вертикаль 2014 № ЧЦ-15-00053 от 07.05.2015, Windows 10 HomeSingleLanguage 1.0.63.71, Договор № 1146Ч от 09.12.16, Договор № 1143Ч от 24.10.16 г., Договор № 1142Ч от 01.11.16 г., Договор № 1141Ч от 10.10.16 г., Договор № 1140Ч от 03.10.16 г., Договор № 1145Ч от 06.12.16 г., Договор № 1144Ч от 14.11.16 г. MicrosoftOfficeProfessionalPlus2010 RussianAcademicOPEN 1 LicenseNoLevel № 47882503 67871967ZZE1212 APMWinMachine 12 №4499 от 15.09.2014 MicrosoftWindowsServerCAL 2012 RussianAcademicOPEN 1 LicenseUserCAL № 61887276 от 08.05.13 года, MicrosoftOffice 2010 RussianAcademicOPEN 1 LicenseNoLevel №47544515 от 15.10.2010.

## **11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы.

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного, семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 454080, Челябинская обл., г. Челябинск, ул. Сони-Кривой, 48, лабораторный корпус.

### **Перечень учебных лабораторий, аудиторий, компьютерных классов**

1. Учебная лаборатория № 271. Лаборатория качества зерна и зернопродуктов, оснащенная оборудованием для выполнения лабораторных занятий по разделам 1 и 2.

2. Учебная лаборатория № 272. Лаборатория пищевых технологий, оснащенная оборудованием для выполнения лабораторных занятий по разделам 1 и 2, мультимедийным комплексом (компьютер, видеопроектор).

3. Аудитория № 001, оснащенная оборудованием для обработки и переработки мяса и молока, комплектом плакатов.

4. Аудитория № 002, оснащенная оборудованием для обработки и переработки зерна и плодоовощного сырья, комплектом плакатов.

5. Аудитория №149, оснащенная комплектом компьютеров и мультимедийным комплексом (компьютер, видеопроектор).

### **Помещения для самостоятельной работы обучающихся**

1. Помещение 149 для самостоятельной работы, оснащенное компьютерной техникой с подключением к сети «Интернет».

### **Помещение для хранения учебного оборудования**

1. Помещение 151, 259.

### **Помещение для учебного оборудования и профилактического обслуживания учебного оборудования**

1. Помещение 143, 251.

### **Перечень основного учебно-лабораторного оборудования**

1. Машина овощерезательная-протирочная МПР-350.

2. Рассев РЛ-1.

3. Рассев РЛ-3.

4. Соковыжималка KENWOOD JE-810.

4. Мясорубка KENWOOD MG 510.

5. Пароварка TEFAL VS 4001.

6. Комплект КОХЛ.

7. Печь мuffleльная ПМ-8.

8. Центрифуга лабораторная. Универ ЦЛУ-1 «Орбита».



9. Стерилизатор воздушный ГПО-80 МО.
10. Мельница лабораторная ЛМЦ-1.
11. Прибор для определения объема хлеба ОХЛ,
12. Пурка ПХ-2 с весами.
13. Рефрактометр ИРФ.
14. Тестомесилка ЕТК.
15. Фотоколориметр КФК-3-01.
16. Центрифуга.
17. Электрошкаф СЭШ-3М.
18. Холодильник Свияга 410-1.
19. Шкаф вытяжной ЛАБ-900 ШВ-Н с вентилятором.

### **Перечень основного технологического и другого оборудования**

1. Автоклав.
2. Варочный котел.
3. Видеоплеер Супра.
4. Волчок В2.
5. Измельчитель.
6. Котел пароварочный.
7. Куттер 4РИ35.
8. Печь коптильная.
9. Сепаратор.
10. Телевизор Фунай.
11. Фаршмешалка.
12. Центрифуга.
13. Шприц для колбасных изделий.
14. Мясорубка «Электа».
15. Жаровня чанная.
16. Картофелечистка.
17. Пресс шнеко маслоотделяющий.
18. Рушильно Вальцевая установка.
19. Станок Вальцовый.
20. Станок Шелушильный Сортировочный.
21. Монитор LG TFT W2043 S-PF -15 шт,
22. Системный блок Intel Pentium – 15шт.

### **12. Инновационные формы образовательных технологий**

Вид занятия Формы работы	Лекции	ЛЗ	ПЗ
Деловые или ролевые игры	+	+	-
Анализ конкретных ситуаций	+	+	-

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

**Б1.В.04 Процессы и аппараты**

Направление подготовки **35.03.06** **Агроинженерия**

Профиль **Технологическое оборудование для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции**

Уровень высшего образования – бакалавриат (прикладной)

Квалификация – бакалавр

Форма обучения - очная

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Компетенции с указанием этапа их формирования в процессе освоения ОПОП.....	20
2. Показатели, критерии и шкала оценивания сформированности компетенций.....	20
3. Типовые контрольные задания и (или) иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этап(ы) формирования компетенций в процессе освоения ОПОП.....	21
4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этап(ы) формирования компетенций.....	22
4.1. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости.....	22
4.1.1. Отчет по лабораторной работе.....	22
4.1.2. Тестирование.....	23
4.1.3. Деловые или ролевые игры.....	32
4.1.4. Анализ конкретных ситуаций.....	33
4.2. Процедуры и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации.....	36
4.2.1. Экзамен.....	36

## 1. Компетенции с указанием этапа их формирования в процессе освоения ОПОП

Компетенции по данной дисциплине формируются на продвинутом этапе

Контролируемые результаты освоения ОПОП (компетенции)	Контролируемые результаты обучения по дисциплине		
	знания	умения	навыки
ПК-11 способностью использовать технические средства для определения параметров технологических процессов и качества продукции	Обучающийся должен знать: процессы переработки сельскохозяйственной продукции, закономерности их протекания и расчета; устройство и расчет типовых схем машин и аппаратов перерабатывающих производств- (Б1.В.04-3.1)	Обучающийся должен уметь: анализировать процессы переработки сельскохозяйственной продукции, рассчитывать и разрабатывать технологические требования к ним; рассчитывать конструктивные и технологические параметры машин и аппаратов перерабатывающих производств- (Б1.В.04-У.1)	Обучающийся должен владеть: навыками анализа и расчета типовых процессов и конструкций аппаратов при решении задач переработки сельскохозяйственной продукции- (Б1.В.04-Н.1)

## 2. Показатели, критерии и шкала оценивания сформированности компетенций

Показатели оценивания (ЗУН)	Критерии и шкала оценивания результатов обучения по дисциплине			
	Недостаточный уровень	Достаточный уровень	Средний уровень	Высокий уровень
Б1.В.04-3.1	Обучающийся не знает процессы переработки сельскохозяйственной продукции, закономерности их протекания и расчета, устройство и расчет типовых схем машин и аппаратов перерабатывающих производств	Обучающийся слабо знает процессы переработки сельскохозяйственной продукции, закономерности их протекания и расчета, устройство и расчет типовых схем машин и аппаратов перерабатывающих производств	Обучающийся с незначительными ошибками и отдельными пробелами знает процессы переработки сельскохозяйственной продукции, закономерности их протекания и расчета, устройство и расчет типовых схем машин и аппаратов перерабатывающих производств	Обучающийся с требуемой степенью полноты и точности знает процессы переработки сельскохозяйственной продукции, закономерности их протекания и расчета, устройство и расчет типовых схем машин и аппаратов перерабатывающих производств
Б1.В.04-У.1	Обучающийся не умеет анализировать процессы	Обучающийся слабо умеет анализировать процессы	Обучающийся умеет с незначительными затруднениями	Обучающийся умеет анализировать процессы

	переработки сельскохозяйственной продукции, рассчитывать и разрабатывать технологические требования к ним; рассчитывать конструктивные и технологические параметры машин и аппаратов перерабатывающих производств	переработки сельскохозяйственной продукции, рассчитывать и разрабатывать технологические требования к ним; рассчитывать конструктивные и технологические параметры машин и аппаратов перерабатывающих производств	анализировать процессы переработки сельскохозяйственной продукции, рассчитывать и разрабатывать технологические требования к ним; рассчитывать конструктивные и технологические параметры машин и аппаратов перерабатывающих производств	переработки сельскохозяйственной продукции, рассчитывать и разрабатывать технологические требования к ним; рассчитывать конструктивные и технологические параметры машин и аппаратов перерабатывающих производств
Б1.В.04-Н.1	Обучающийся не владеет навыками анализа и расчета типовых процессов и конструкций аппаратов при решении задач переработки сельскохозяйственной продукции	Обучающийся слабо владеет навыками анализа и расчета типовых процессов и конструкций аппаратов при решении задач переработки сельскохозяйственной продукции	Обучающийся с небольшими затруднениями владеет навыками анализа и расчета типовых процессов и конструкций аппаратов при решении задач переработки сельскохозяйственной продукции	Обучающийся свободно владеет навыками анализа и расчета типовых процессов и конструкций аппаратов при решении задач переработки сельскохозяйственной продукции

### 3. Типовые контрольные задания и (или) иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения ОПОП

Типовые контрольные задания и материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих продвинутой этап формирования компетенций в процессе освоения ОПОП, содержатся в учебно-методических разработках, приведенных ниже.

1. Методические указания к лабораторным занятиям по дисциплине «Процессы и аппараты» [Электронный ресурс]: для бакалавров очной и заочной форм обучения направлений подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» профиля «Технологическое оборудование для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции», 19.03.02 «Продукты питания из растительного сырья» профиля «Технологии хлеба, кондитерских и макаронных изделий», 44.03.04 «Профессиональное обучение (по отраслям)» профиля «Производство продовольственных продуктов» / сост. М. Л. Гордиевских, А. В. Шумов; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии. – Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2017. – 78 с. Доступ из локальной сети: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/kpsxp/275.pdf>.

2. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Процессы и аппараты» [Электронный ресурс]: для бакалавров очной и заочной форм обучения направлений

подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» профиля «Технологическое оборудование для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции», 19.03.02 «Продукты питания из растительного сырья» профиля «Технологии хлеба, кондитерских и макаронных изделий», 44.03.04 «Профессиональное обучение (по отраслям)» профиля «Производство продовольственных продуктов» / сост. М. Л. Гордиевских, А. В. Шумов; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии. – Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2017. – 91 с.

Доступ из локальной сети: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/kpsxp/272.pdf>.

3. Методические указания к курсовому проектированию по дисциплине «Процессы и аппараты» [Электронный ресурс]: для бакалавров очной и заочной форм обучения направлений подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» профиля «Технологическое оборудование для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции», 19.03.02 «Продукты питания из растительного сырья» профиля «Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий», 44.03.04 «Профессиональное обучение (по отраслям)» профиля «Производство продовольственных продуктов» / сост. А. В. Шумов; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии. – Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2017. – 10 с.

Доступ из локальной сети: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/kpsxp/271.pdf>.

4. Методические указания для самостоятельной работы по дисциплине «Процессы и аппараты» обучающихся очной и заочной форм обучения для: направления подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» профиля «Технологическое оборудование для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции»; направления подготовки 44.03.04 «Профессиональное обучение (по отраслям)» профиля «Производство продовольственных продуктов»; направления подготовки 19.03.02 «Продукты питания из растительного сырья» профиля «Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий» / сост. Е.В. Запорощенко; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии. – Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2017. – 6 с. Доступ из локальной сети: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/kpsxp/154.pdf>.

#### **4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этап(ы) формирования компетенций**

В данном разделе методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих продвинутый этап формирования компетенций по дисциплине «Процессы и аппараты», приведены применительно к каждому из используемых видов текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

#### **4.1. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости**

##### **4.1.1. Отчет по лабораторной работе**

Отчет по лабораторной работе используется для оценки качества освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы по отдельным темам дисциплины. Содержание и форма отчета по лабораторным работам приводится в методических указаниях к лабораторным работам (п. 3 ФОС). Содержание отчета и критерии оценки отчета (табл.) доводятся до сведения обучающихся в начале занятий. Отчет оценивается по усмотрению преподавателя оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» или оценкой «зачтено», «не зачтено». Оценка «зачтено» ставится обучающимся, уровень ЗУН которых соответствует критериям, установленным для положительных оценок («отлично», «хорошо», «удовлетворительно»). Оценка объявляется обучающемуся непосредственно после сдачи отчета.

<b>Шкала</b>	<b>Критерии оценивания</b>
Оценка 5 (отлично)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- изложение материала логично, грамотно;</li> <li>- свободное владение терминологией;</li> <li>- умение определять сложность поставленной проблемы;</li> <li>- умение анализировать типовые процессы и конструкции аппаратов</li> </ul>

	<p>перерабатывающих производств;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- умение высказывать и обосновать свои суждения;</li> <li>- способность решать инженерные задачи.</li> </ul>
Оценка 4 (хорошо)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- изложение материала логично, грамотно;</li> <li>- свободное владение терминологией;</li> <li>- осознанное применение теоретических знаний для анализа типовых процессов и конструкции аппаратов перерабатывающих производств, решения конкретных инженерных задач, но содержание и форма ответа имеют отдельные неточности.</li> </ul>
Оценка 3 (удовлетворительно)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- изложение материала неполно, непоследовательно;</li> <li>- неточности в определении понятий, в применении знаний для анализа типовых процессов и конструкции аппаратов перерабатывающих производств;</li> <li>- затруднения в обосновании своих суждений;</li> <li>- обнаруживается недостаточно глубокое понимание изученного материала.</li> </ul>
Оценка 2 (неудовлетворительно)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- отсутствие необходимых теоретических знаний; допущены ошибки в определении понятий и анализе типовых процессов и конструкции аппаратов перерабатывающих производств, искажен их смысл, не решены инженерные задачи, не правильно оцениваются результаты обсуждения;</li> <li>- незнание основного материала учебной программы, допускаются грубые ошибки в изложении.</li> </ul>

<b>Шкала</b>	<b>Критерии оценивания</b>
Оценка «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>- изложение материала логично, грамотно;</li> <li>- свободное владение терминологией;</li> <li>- умение определять сложность поставленной проблемы;</li> <li>- умение анализировать типовые процессы и конструкции аппаратов перерабатывающих производств;</li> <li>- умение высказывать и обосновать свои суждения;</li> <li>- способность решать инженерные задачи.</li> </ul>
Оценка «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>- отсутствие необходимых теоретических знаний; допущены ошибки в определении понятий и анализе типовых процессов и конструкции аппаратов перерабатывающих производств, искажен их смысл, не решены инженерные задачи, не правильно оцениваются результаты обсуждения;</li> <li>- незнание основного материала учебной программы, допускаются грубые ошибки в изложении.</li> </ul>

#### 4.1.2. Тестирование

Тестирование используется для оценки качества освоения обучающимися основной профессиональной образовательной программы по отдельным темам или разделам дисциплины. Тест представляет собой комплекс стандартизированных заданий, позволяющий упростить процедуру измерения знаний и умений обучающихся. Обучающимся выдаются тестовые задания с формулировкой вопросов и предложением выбрать один правильный ответ из нескольких вариантов ответов. По результатам теста обучающемуся выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Критерии оценивания ответа (табл.) доводятся до сведения обучающихся до начала тестирования. Результат тестирования объявляется обучающемуся непосредственно после его сдачи.

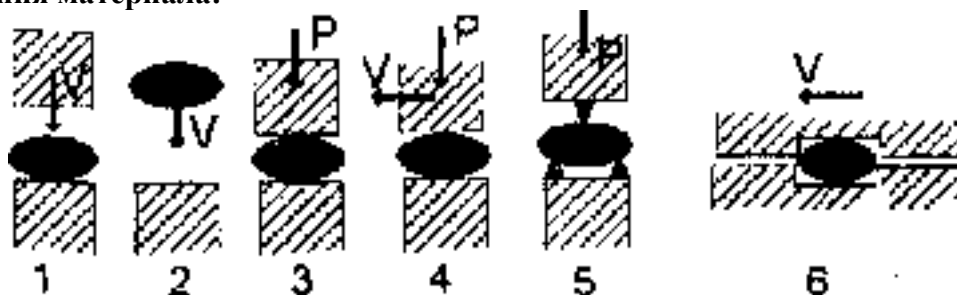
Шкала	Критерии оценивания (% правильных ответов)
Оценка 5 (отлично)	80-100
Оценка 4 (хорошо)	70-79
Оценка 3 (удовлетворительно)	50-69
Оценка 2 (неудовлетворительно)	менее 50

### Тестовые задания

**1. Какой способ измельчения твердых тел характерен для роторных и молотковых дробилок?**

- 1) стесненный удар
- 2) свободный удар
- 3) раздавливание
- 4) истирание
- 5) раскалывание
- 6) резание

**2. Укажите схемы измельчения твердых тел способами раздавливания и раскалывания материала:**



**3. При каком способе измельчения материала разрушение главным образом происходит от напряжения сдвига?**

- 1) стесненный удар
- 2) свободный удар
- 3) истирание
- 4) раскалывание

**4. Расставьте в порядке снижения размера получаемых частиц следующие виды измельчения материала:**

- 1) тонкое
- 2) крупное
- 3) мелкое
- 4) среднее
- 5) коллоидное

**5. Какие виды измельчения не рекомендуется проводить сухим способом?**

- 1) тонкое
- 2) крупное
- 3) мелкое
- 4) коллоидное

**6. Какие теории описывают расход энергии на измельчение материала?**



- 1) поверхностная теория
- 2) закон Гука
- 3) объемная теория
- 4) закономерность Фурье-Киргофа

**7. Какое уравнение выражает гипотезу Риттингера, согласно которой работа дробления пропорциональна величине вновь образованной при дроблении поверхности:**

1.  $A = K_1 \Delta V = K_1 D^3$
2.  $A = K_2 \Delta F = K_2 D^2$
3.  $A = K_3 \sqrt{D^3 D^2} = K_3 D^{2.5}$

**8. Какие механические дробилки не содержит рабочих органов в виде свободных мелющих тел?**

- 1) шнековая дробилка
- 2) шаровая барабанная мельница
- 3) стержневая мельница
- 4) валковая дробилка

**9. Классифицирующие устройства (грохоты и сепараторы) для рассеивания используют...**

- 1) металлические или другие сита
- 2) сетки из металлической проволоки
- 3) решета из металлических листов со штампованными отверстиями
- 4) решетки из параллельных стержней - колосники

**10. Для разделения смеси зернистых материалов на фракции с узкими пределами частиц применяют следующие виды классификаций:**

- 1) ручная
- 2) механическая
- 3) гидравлическая
- 4) воздушная

**11. В каком из перечисленных процессов возможно разделение смеси на отдельные компоненты?**

- 1) сегрегации
- 2) смешивание (или смешения)
- 3) перемешивания

**12. Процесс сушки материала в вакууме в замороженном состоянии называется..**

- 1) конвективной сушкой
- 2) диэлектрической сушкой
- 3) сублимационной сушкой
- 4) радиационной сушкой

**13. Остаточный раствор, из которого экстрагированы извлекаемые компоненты, называется...**

- 1) экстрагентом
- 2) экстрактом
- 3) рафинатом
- 4) экстракцией

**14. Конструкция гидроциклона отличается от конструкции циклона...**

- 1) видом конструкционного материала
- 2) удлиненной цилиндрической частью
- 3) укороченной цилиндрической частью
- 4) меньшими габаритными размерами

**15. Как называется процесс теплообмена между двумя теплоносителями через разделяющую стенку?**

- 1) теплопроводностью
- 2) теплопередачей
- 3) теплоемкостью
- 4) тепловой конвенцией

**16. Какие вещества применяют в качестве адсорбента?**

- 1) активированный уголь
- 2) силикогель
- 3) тальк
- 4) цеолит

**17. Процесс массопередачи, при котором вещества переходят из газовой или жидкой фазы в твердую, называется...**

- 1) экстракцией
- 2) абсорбцией
- 3) ректификацией
- 4) адсорбцией

**18. Назовите возможные способы нагревания различных материалов:**

- 1) «глухим» паром
- 2) «острым» паром
- 3) «перегретой» водой
- 4) «насыщенной» водой

**19. Что следует понимать под термином «температурная депрессия»?**

- 1) разность между температурами кипения раствора и растворителя
- 2) разность между температурами кипения раствора при рабочем и атмосферном давлении
- 3) разность между температурами кипения раствора в начале и в конце рабочего процесса
- 4) разность между расчетной температурой кипения раствора и её реальным значением

**20. Что является движущей силой процесса фильтрования?**

- 1) разность температур
- 2) разность давлений
- 3) разность концентраций
- 4) разность объема

**21. Какой процесс осуществляется в барабанной сушилке?**

- 1) кондуктивная сушка
- 2) конвективная сушка
- 3) сублимационная сушка
- 4) лучевая сушка

**22. Какие виды влаги удаляются при сушке материала?**

- 1) свободная
- 2) адсорбционная
- 3) капиллярная
- 4) химически связанная

**23. Какой материал является дисперсной фазой в эмульсии?**

- 1) пена
- 2) жидкость
- 3) газ
- 4) твердые частицы

**24. Какой вид мешалок применяется для перемешивания вязких сред?**

- 1) пропеллерная
- 2) турбинная
- 3) лопастная

40 якорная

**25. При каком процессе из суспензии можно выделить частицы размером не менее 5 мкм?**

- 1) фильтрование
- 2) обратный осмос
- 3) ультрафильтрование
- 4) центрифугирование

**26. Какой показатель характеризует процесс фильтрование материала?**

- 1) время фильтрования
- 2) скорость фильтрования
- 3) количества фильтрата
- 4) качество очистки

**27. Совокупность приемов физического, механического, химического, биологического характера, проводимых направлено с целью получения сырья с заданными свойствами, называется:**

- 1) производственным процессом
- 2) технологической стадией
- 3) технологической операцией
- 4) технологией

**28. Если вещество состоит из двух жидких фаз, нерастворимых одна в другой, то это...**

- 1) суспензия
- 2) эмульсия
- 3) пена
- 4) туман

**29. С какой целью можно применять процесс прессования сырья при переработке?**

- 1) брикетирования твердых материалов
- 2) обезвоживание материалов
- 3) гранулирование пластичных материалов
- 4) формования пластичных материалов
- 5) разделения сыпучих материалов

**30. По назначению отстойники делятся на следующие виды:**

- 1) сгустители
- 2) отделители
- 3) осветлители
- 4) классификаторы

**31. Как изменяется концентрация самого низкого кипящего компонента в паре при дефлегмации?**

- 1) увеличивается
- 2) остаётся неизменной
- 3) уменьшается
- 4) в начале процесса уменьшается, далее – увеличивается

**32. Как изменяется положение рабочей линии ректификационной колонны при увеличении флегмового числа?**

- 1) линия приближается к равновесной кривой
- 2) линия приближается к диагонали
- 3) линия становится ближе к горизонтали
- 4) линия становится ближе в вертикали

**33. В каких координатах задаётся равновесие фаз при перегонке?**

- 1) содержание НКК (низкокипящего компонента) в жидкости - содержание НКК в паре
- 2) содержание НКК в паре - содержание ВКК в паре

3) содержание НКК в жидкости - удельная энтальпия

**34. Как называется жидкость, при перегонке которой составы жидкой и паровой фаз совпадают?**

- 1) ньютоновской
- 2) бингамовской
- 3) азеотропной
- 4) двухфазной

**35. Какая разность концентраций устанавливается на границе контакта жидкой и газовой фаз в массообменном процессе?**

- 1) нулевая
- 2) равновесная
- 3) равная концентрации передаваемого вещества в жидкой фазе
- 4) равная концентрации передаваемого вещества в газовой фазе

**36. Как называется кристаллизация при охлаждении раствора?**

- 1) изотермической
- 2) изобарической
- 3) изогидрической
- 4) изохорической

**37. Как называется кристаллизация при выпаривании растворителя?**

- 1) изотермической
- 2) изогидрической
- 3) изобарической
- 4) изохорической

**38. Укажите размерность динамической вязкости...**

- 1)  $\text{м}^2/\text{с}$
- 2)  $\text{Па}\cdot\text{с}$
- 3)  $\text{Па}/\text{с}$
- 4)  $\text{Па}\cdot\text{с}^2$

**39. Как называется сушка замороженного объекта происходящая в глубоком вакууме?**

- 1) конвективной
- 2) радиационной
- 3) диэлектрической
- 4) сублимационной

**40. Как называется процесс поглощения газов или паров из газовых или паровых смесей жидкими поглотителями?**

- 1) адсорбцией
- 2) десорбцией
- 3) абсорбцией
- 4) экстракцией

**41. Как называется остаточный раствор, из которого экстрагированы извлекаемые компоненты?**

- 1) экстрагентом
- 2) экстрактом
- 3) рафинатом
- 4) экстрактором

**42. Какой из перечисленных процессов связан с теплообменным?**

- 1) сушка
- 2) кристаллизация
- 3) адсорбция
- 4) экстракция

**43. Какой из перечисленных процессов является массообменным?**

- 1) дробление
- 2) отстаивание
- 3) конденсация
- 4) экстракция

**44. Какой вид классификации не применяется для разделения зернистых материалов на фракции?**

- 1) механическая классификация
- 2) гидравлическая классификация
- 3) воздушная классификация
- 4) термическая классификация

**45. Гидроциклон отличается от конструкции циклона...**

- 1) материалом изготовления
- 2) удлиненной цилиндрической частью
- 3) укороченной цилиндрической частью и меньшими габаритными размерами
- 4) конструкцией патрубков

**46. Энтропия является мерой интенсивности...**

- 1) электрической энергии
- 2) тепловой энергии
- 3) ядерной энергии
- 4) механической энергии

**47. Теплообмен между двумя теплоносителями через разделяющую их твердую стенку называется...**

- 1) теплопроводностью
- 2) теплоотдачей
- 3) теплопередачей
- 4) простым теплообменом

**48. Какое из перечисленных веществ не применяется в промышленных технологиях в качестве адсорбента?**

- 1) активированный уголь
- 2) силикогель
- 3) поваренная соль
- 4) цеолит

**49. Какой способ тепловой сушки чаще всего применяется в промышленных установках?**

- 1) кондуктивная сушка
- 2) сублимационная сушка
- 3) конвективная сушка
- 4) радиационная сушка

**50. На какой установке наименьший удельный расход греющего пара?**

- 1) однокорпусной нагревательной установке
- 2) двухкорпусной нагревательной установке
- 3) трехкорпусной нагревательной установке
- 4) четырехкорпусной нагревательной установке

**51. Какая из перечисленных особенностей не характерна для электрических нагревателей?**

- 1) широкий диапазон температур
- 2) реостата и точность поддержания заданного температурного режима
- 3) простота конструкции и удобство в обслуживании
- 4) низкая стоимость затрат на нагревание

**52. Что характеризует процесс дробления?**

- 1) уменьшение размеров тел с приданием им определенной формы
- 2) уменьшение размеров тел без придания им определенной формы
- 3) процесс разделения тел на части под действием механических сил или тепла
- 4) уменьшение размеров тел с изменением прочности материала

**53. Для какого вида резания удельное давление ножа на материал будет минимальным?**

- 1) при наклонном резании
- 2) при нормальном резании
- 3) при скользящем резании
- 4) при резании с трансформированным углом заточки

**54. Работа внешних сил при измельчении твердого материала наиболее полно выражается...**

- 1) уравнением Бонда
- 2) уравнением Риттингера
- 3) уравнением Кика – Кирпичева
- 4) уравнением Ребиндера

**55. Процесс массопередачи, при котором вещества переходят из газовой или жидкой фазы в твердую, называется...**

- 1) экстракцией
- 2) абсорбцией
- 3) ректификацией (перегонкой)
- 4) адсорбцией

**56. В каком из перечисленных аппаратов качество разделения суспензий зависит, в первую очередь, от угла конусности рабочего органа?**

- 1) сверхцентрифуга
- 2) бактофуга
- 3) гидроциклон
- 4) сепаратор

**57. Фактор разделения показывает...**

- 1) во сколько раз диаметр частиц до разделения больше, чем после разделения
- 2) во сколько раз центробежная сила больше силы тяжести
- 3) во сколько раз скорость течения жидкости до разделения, больше чем после разделения
- 4) соотношение масс разделяемых фаз гетерогенной системы

**58. Неоднородная (гетерогенная) система, состоящая из жидких дисперсионной и дисперсной фаз, не растворяющихся одна в другой, является...**

- 1) суспензией
- 2) эмульсией
- 3) пеной
- 4) туманом

**59. Какой, из перечисленных, аппаратов не относится к рекуперативным теплообменникам?**

- 1) кожухотрубный теплообменник
- 2) теплообменник типа "труба в трубе"
- 3) барометрический конденсатор
- 4) пластинчатый теплообменник

**60. Какой вид нагревания не может существовать?**

- 1) нагревание "глухим" паром
- 2) нагревание "острым" паром
- 3) нагревание "перегретой" водой
- 4) нагревание "насыщенной" водой

**61. В каком типе теплообменников теплота передается от одного теплоносителя к другому через разделяющую их стенку?**

- 1) в рекуперативных теплообменниках
- 2) в регенеративных теплообменниках
- 3) в смешительных теплообменниках
- 4) в теплообменниках с псевдооживленным слоем

**62. Что понимается под термином "температурная депрессия"?**

- 1) разность между температурами кипения раствора и растворителя
- 2) разность между температурами кипения раствора при рабочем и атмосферном давлениях
- 3) разность между температурами кипения раствора в начале рабочего процесса и в его конце
- 4) разность между расчетной температурой кипения раствора и ее реальным значением

**63. Что является движущей силой процесса фильтрования?**

- 1) разность температур
- 2) разность давлений
- 3) разность концентраций
- 4) разность объемов

**64. Ленточный экстрактор применяется...**

- 1) при выделении растительного масла
- 2) при вымывании сахара
- 3) при производстве томатной пасты

**65. В барабанной сушилке осуществляется?**

- 1) кондуктивная сушка
- 2) конвективная сушка
- 3) сублимационная сушка

**66. Какой вид влаги удаляется при сушке?**

- 1) свободная
- 2) адсорбционная
- 3) химически связанная

**67. Для выделения частиц размерами свыше 10 мкм применяют...**

- 1) ультрафильтрацию
- 2) обратный осмос
- 3) фильтрование

**68. Мембранная технология применяется при проведении процесса...**

- 1) очистки
- 2) осветления
- 3) концентрирования

**69. Основной величиной характеризующей процесс фильтрования является?**

- 1) время фильтрования
- 2) скорость фильтрования
- 3) количество фильтрата

**70. В эмульсии дисперсной фазой является...**

- 1) пена
- 2) жидкость
- 3) газ
- 4) твердые частицы

**71. Шнековый пресс чаще всего применяют, как конструкцию...**

- 1) периодического действия
- 2) непрерывного действия
- 3) комбинированного действия

**72. Если давление водяного пара во влажном материале больше, чем его парциальное давление в окружающем воздухе, то**

- 1) идет процесс сушки
- 2) идет процесс увлажнения материала

**73. Если идет избирательное извлечение вещества из жидкой смеси или твердого пористого тела жидкостью, то процесс называется...**

- 1) адсорбцией
- 2) абсорбцией
- 3) экстракцией

**74. Кинетические уравнения всех основных процессов могут быть приведены к единообразному виду  $I = e \cdot X$ . Укажите движущую силу процесса...**

- 1)  $I$
- 2)  $e$
- 3)  $X$

**75. Ряд приемов физического, механического, химического, биологического и т.д. характера, проводимых направлено с целью получения сырья с наперед заданными свойствами называется...**

- 1) производственным процессом
- 2) технологией
- 3) технологической операцией

**76. Образование жестких белковых связей в массе фарша или теста связано с процессами**

- 1) массообмена
- 2) теплообмена
- 3) химического характера
- 4) биологического характера

**77. Если вещество состоит из двух жидких фаз нерастворимых одна в другой, то это:**

- 1) суспензия
- 2) эмульсия
- 3) пена
- 4) туман

**78. Вязкую среду лучше всего перемешивать с помощью следующих видов мешалок...**

- 1) пропеллерные
- 2) турбинные
- 3) лопастные
- 4) якорные

#### 4.1.3. Деловые или ролевые игры

Деловая игра – это метод имитации принятия решений руководящих работников или специалистов в различных производственных ситуациях, осуществляемый по заданным правилам группой людей или человеком с персональным компьютером в диалоговом режиме, при наличии конфликтных ситуаций или информационной неопределённости. Ролевая игра представляет собой моделирование производственной ситуации, при которой участники действуют в рамках определенных ролей.

Деловая или ролевая игра используются для оценки качества освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы по отдельным темам дисциплины. Содержание игры и критерии оценки (табл.) доводятся до сведения обучающихся в начале занятий. Деловая или ролевая игра оценивается по усмотрению преподавателя оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» или оценкой «зачтено»,



«не зачтено». Оценка «зачтено» ставится обучающимся, уровень ЗУН которых соответствует критериям, установленным для положительных оценок («отлично», «хорошо», «удовлетворительно»). Оценка объявляется обучающемуся непосредственно после окончания игры.

<b>Шкала</b>	<b>Критерии оценивания</b>
Оценка 5 (отлично)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- изложение материала логично, грамотно;</li> <li>- свободное владение терминологией;</li> <li>- умение определять сложность поставленной проблемы;</li> <li>- умение анализировать типовые процессы и конструкции аппаратов перерабатывающих производств;</li> <li>- умение высказывать и обосновать свои суждения;</li> <li>- способность решать инженерные задачи.</li> </ul>
Оценка 4 (хорошо)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- изложение материала логично, грамотно;</li> <li>- свободное владение терминологией;</li> <li>- осознанное применение теоретических знаний для анализа типовых процессов и конструкции аппаратов перерабатывающих производств, решения конкретных инженерных задач, но содержание и форма ответа имеют отдельные неточности.</li> </ul>
Оценка 3 (удовлетворительно)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- изложение материала неполно, непоследовательно;</li> <li>- неточности в определении понятий, в применении знаний для анализа типовых процессов и конструкции аппаратов перерабатывающих производств;</li> <li>- затруднения в обосновании своих суждений;</li> <li>- обнаруживается недостаточно глубокое понимание изученного материала.</li> </ul>
Оценка 2 (неудовлетворительно)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- отсутствие необходимых теоретических знаний; допущены ошибки в определении понятий и анализе типовых процессов и конструкции аппаратов перерабатывающих производств, искажен их смысл, не решены инженерные задачи, не правильно оцениваются результаты обсуждения;</li> <li>- незнание основного материала учебной программы, допускаются грубые ошибки в изложении.</li> </ul>

<b>Шкала</b>	<b>Критерии оценивания</b>
Оценка «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>- изложение материала логично, грамотно;</li> <li>- свободное владение терминологией;</li> <li>- умение определять сложность поставленной проблемы;</li> <li>- умение анализировать типовые процессы и конструкции аппаратов перерабатывающих производств;</li> <li>- умение высказывать и обосновать свои суждения;</li> <li>- способность решать инженерные задачи.</li> </ul>
Оценка «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>- отсутствие необходимых теоретических знаний; допущены ошибки в определении понятий и анализе типовых процессов и конструкции аппаратов перерабатывающих производств, искажен их смысл, не решены инженерные задачи, не правильно оцениваются результаты обсуждения;</li> <li>- незнание основного материала учебной программы, допускаются грубые ошибки в изложении.</li> </ul>

#### Тематика деловых игр

1. Разработка оптимального режима процесса измельчения на вальцовой дробилке.

2. Совершенствование конструкции молотковой дробилки.
3. Определение оптимальных технологических режимов работы смесителей.

#### Тематика ролевых игр

1. Определение причин низкого качества перемешивания компонентов комбикорма при эксплуатации смесителя.
2. Определение причин низкого качества сублимационной сушки сырья.

#### 4.1.4. Анализ конкретных ситуаций

Метод основан на анализе конкретной производственной ситуации обучающимися. Анализ конкретных ситуаций используется для оценки качества освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы по отдельным темам дисциплины. Содержание игры и критерии оценки (табл.) доводятся до сведения обучающихся в начале занятий. Анализ конкретных ситуаций оценивается по усмотрению преподавателя оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» или оценкой «зачтено», «не зачтено». Оценка «зачтено» ставится обучающимся, уровень ЗУН которых соответствует критериям, установленным для положительных оценок («отлично», «хорошо», «удовлетворительно»). Оценка объявляется обучающемуся непосредственно после окончания игры.

<b>Шкала</b>	<b>Критерии оценивания</b>
Оценка 5 (отлично)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- изложение материала логично, грамотно;</li> <li>- свободное владение терминологией;</li> <li>- умение определять сложность поставленной проблемы;</li> <li>- умение анализировать типовые процессы и конструкции аппаратов перерабатывающих производств;</li> <li>- умение высказывать и обосновать свои суждения;</li> <li>- способность решать инженерные задачи.</li> </ul>
Оценка 4 (хорошо)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- изложение материала логично, грамотно;</li> <li>- свободное владение терминологией;</li> <li>- осознанное применение теоретических знаний для анализа типовых процессов и конструкции аппаратов перерабатывающих производств, решения конкретных инженерных задач, но содержание и форма ответа имеют отдельные неточности.</li> </ul>
Оценка 3 (удовлетворительно)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- изложение материала неполно, непоследовательно;</li> <li>- неточности в определении понятий, в применении знаний для анализа типовых процессов и конструкции аппаратов перерабатывающих производств;</li> <li>- затруднения в обосновании своих суждений;</li> <li>- обнаруживается недостаточно глубокое понимание изученного материала.</li> </ul>
Оценка 2 (неудовлетворительно)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- отсутствие необходимых теоретических знаний; допущены ошибки в определении понятий и анализе типовых процессов и конструкции аппаратов перерабатывающих производств, искажен их смысл, не решены инженерные задачи, не правильно оцениваются результаты обсуждения;</li> <li>- незнание основного материала учебной программы, допускаются грубые ошибки в изложении.</li> </ul>

#### Тематика анализа конкретной ситуации

1. Повышение качества процесса отстаивания.

2. Разработка конструкции аппарата для фильтрации сока.

## 4.2. Процедуры и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

### 4.2.1. Экзамен

Экзамен является формой оценки качества освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы по разделам дисциплины. По результатам экзамена обучающемуся выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Экзамен по дисциплине проводится в соответствии с расписанием промежуточной аттестации, в котором указывается время его проведения, номер аудитории, место проведения консультации. Утвержденное расписание размещается на информационных стендах, а также на официальном сайте Университета.

Уровень требований для промежуточной аттестации обучающихся устанавливается рабочей программой дисциплины и доводится до сведения обучающихся в начале семестра.

Экзамены принимаются, как правило, лекторами. С разрешения заведующего кафедрой на экзамене может присутствовать преподаватель кафедры, привлеченный для помощи в приеме экзамена. В случае отсутствия ведущего преподавателя экзамен принимается преподавателем, назначенным распоряжением заведующего кафедрой.

Присутствие на экзамене преподавателей с других кафедр без соответствующего распоряжения ректора, проректора по учебной работе или декана факультета не допускается.

Обучающиеся при явке на экзамен обязаны иметь при себе зачетную книжку, которую они предъявляют экзаменатору.

Для проведения экзамена ведущий преподаватель накануне получает в деканате зачетно-экзаменационную ведомость, которая возвращается в деканат после окончания мероприятия в день проведения экзамена или утром следующего дня.

Экзамены проводятся по билетам в устном или письменном виде, либо в виде тестирования. Экзаменационные билеты составляются по установленной форме в соответствии с утвержденными кафедрой экзаменационными вопросами и утверждаются заведующим кафедрой ежегодно. В билете содержится 2 теоретических вопроса и инженерная задача.

Экзаменатору предоставляется право задавать вопросы сверх билета, а также помимо теоретических вопросов давать для решения задачи и примеры, не выходящие за рамки пройденного материала по изучаемой дисциплине.

Знания, умения и навыки обучающихся определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», которые выставляются в зачетно-экзаменационную ведомость и в зачетную книжку обучающегося в день экзамена.

При проведении устного экзамена в аудитории не должно находиться более восьми обучающихся на одного преподавателя.

При проведении устного экзамена обучающийся выбирает экзаменационный билет в случайном порядке, затем называет фамилию, имя, отчество и номер экзаменационного билета.

Во время экзамена обучающиеся могут пользоваться с разрешения экзаменатора программой дисциплины, справочной и нормативной литературой, другими пособиями и техническими средствами.

Время подготовки ответа при сдаче экзамена в устной форме должно составлять не менее 40 минут (по желанию обучающегося ответ может быть досрочным). Время ответа – не более 15 минут.

Обучающийся, испытывающий затруднения при подготовке к ответу по выбранному им билету, имеет право на выбор второго билета с соответствующим продлением времени на подготовку. При окончательном оценивании ответа оценка снижается на один балл. Выдача третьего билета не разрешается.

Если обучающийся явился на экзамен, и, взяв билет, отказался от прохождения аттестации в связи с неподготовленностью, то в ведомости ему выставляется оценка «неудовлетворительно».

Нарушение дисциплины, списывание, использование обучающимися неразрешенных печатных и рукописных материалов, мобильных телефонов, коммуникаторов, планшетных компьютеров, ноутбуков и других видов личной коммуникационной и компьютерной техники во время аттестационных испытаний запрещено. В случае нарушения этого требования преподаватель обязан удалить обучающегося из аудитории и проставить ему в ведомости оценку «неудовлетворительно».

Выставление оценок, полученных при подведении результатов промежуточной аттестации, в зачетно-экзаменационную ведомость и зачетную книжку проводится в присутствии самого обучающегося. Преподаватели несут персональную ответственность за своевременность и точность внесения записей о результатах промежуточной аттестации в зачетно-экзаменационную ведомость и в зачетные книжки.

Неявка на экзамен отмечается в зачетно-экзаменационной ведомости словами «не явился».

Для обучающихся, которые не смогли сдать экзамен в установленные сроки, Университет устанавливает период ликвидации задолженности. В этот период преподаватели, принимавшие экзамен, должны установить не менее 2-х дней, когда они будут принимать задолженности. Информация о ликвидации задолженности отмечается в экзаменационном листе.

Обучающимся, показавшим отличные и хорошие знания в течение семестра в ходе постоянного текущего контроля успеваемости, может быть проставлена экзаменационная оценка досрочно, т.е. без сдачи экзамена. Оценка выставляется в экзаменационный лист или в зачетно-экзаменационную ведомость.

Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, могут сдавать экзамены в межсессионный период в сроки, установленные индивидуальным учебным планом. Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, имеющие нарушения опорно-двигательного аппарата, допускаются на аттестационные испытания в сопровождении ассистентов-сопровождающих.

Процедура проведения промежуточной аттестации для особых случаев изложена в «Положении о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по ОПОП бакалавриата, специалитета и магистратуры» ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ (2016 г.).

Шкала и критерии оценивания ответа обучающегося представлены в таблице

<b>Шкала</b>	<b>Критерии оценивания</b>
Оценка 5 (отлично)	всестороннее, систематическое и глубокое знание программного материала, усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной программой дисциплины, правильное решение инженерной задачи.
Оценка 4 (хорошо)	полное знание программного материала, усвоение основной литературы, рекомендованной в программе, наличие малозначительных ошибок в решении инженерной задачи, или недостаточно полное раскрытие содержание вопроса.
Оценка 3 (удовлетворительно)	знание основного программного материала в минимальном объеме, погрешности принципиального характера в ответе на экзамене и в решении инженерной задачи.
Оценка 2 (неудовлетворительно)	пробелы в знаниях основного программного материала, принципиальные ошибки при ответе на вопросы и в решении инженерной задачи.

## Вопросы к экзамену

1. Цель и задачи дисциплины «Процессы и аппараты».
2. Процессы абсорбции. Материальный баланс и кинетические закономерности. Аппараты для абсорбции.
3. Основные законы и понятия дисциплины «Процессы и аппараты»: материальный баланс, закон теплового и энергетического баланса, равновесия системы. Классификация основных процессов пищевой технологии.
4. Процесс адсорбции. Материальный баланс и кинетические закономерности. Аппараты для адсорбции.
5. Свойства основных видов сырья и продуктов его переработки.
6. Процесс экстракции. Массопередача при экстракции. Равновесие в системе жидкость-жидкость.
7. Классификация способов измельчения материалов, их характеристики и определение эффективности измельчения.
8. Процессы перегонки и ректификации, классификация способов. Назначение и применение перегонки и ректификации.
9. Процесс сортирования. Основные задачи процесса сортирования. Классификация методов сортирования.
10. Процессы нагревания и охлаждения материала, их виды.
11. Способы сортирования материалов. Делимые и неделимые смеси.
12. Подбор сит для разделения двухкомпонентной смеси. Расчет параметров процесса разделения смеси.
13. Процессы обработки материалов давлением. Оборудование для прессования.
14. Устройство и принцип действия циклонов и гидроциклонов, их отличия.
15. Конденсация и выпаривание. Способы выпаривания и материальный баланс.
16. Устройство и основные виды отстойников. Расчет параметров конструкции.
17. Процесс перемешивания жидких сред. Способы перемешивания.
18. Виды сит и их характеристика. Расчет параметров конструкции.
19. Конструкция основных типов смесителей жидких сред. Выбор типа мешалки.
20. Классификация измельчающих, резательных и терочных машин.
21. Смесители сыпучих и пластинчатых масс, их классификация.
22. Мембранные процессы, характеристики мембран.
23. Классификация и устройство машин для обработки материалов давлением. Оборудование для прессования, инженерные расчеты прессов.
24. Фильтрование. Виды фильтрования.
25. Неоднородные системы. Классификация, способы разделения.
26. Общие требования, предъявляемые к основным типам измельчающих машин. Устройство и работа основных типов дробилок.
27. Схема работы вальцовой дробилки. Расчет основных технологических и конструктивных параметров вальцовых дробилок.
28. Фильтрование газов через пористые перегородки. Мокрая очистка газов.
29. Схема работы молотковой дробилки. Расчет основных технологических и конструктивных параметров молотковых дробилок.
30. Процесс псевдооживления. Классификация аппаратов.
31. Процессы нагревания и охлаждения, испарения и конденсации. Основные понятия о процессах.
32. Классификация способов измельчения материалов. Теоретические основы деформации и разрушения.
33. Тепловые процессы. Теплопроводность, конвекция, тепловое излучение. Основные зависимости теплопередачи.

34. Устройство и принцип действия осадительных центрифуг и сепараторов. Расчет параметров конструкции.
35. Материальный баланс процессов разделения смеси.
36. Разновидности массообменных процессов.
37. Основы теории массообмена. Материальный баланс и уравнение рабочей линии процесса.
38. Разделение газовых неоднородных систем. Гравитационная очистка газов. Очистка газов под действием инерционных и центробежных сил.
39. Обратный осмос и ультрафильтрация. Теоретические основы разделения смесей обратным осмосом и ультрафильтрацией.
40. Процесс сушки, классификация, материальный баланс.
41. Определить предельное число оборотов валцов вальцовой дробилки.
42. Определить центробежную силу инерции молотка молотковой дробилки.
43. Определить ширину ротора молотковой дробилки.
44. Рассчитать угол подъема винтовой линии шнека шнекового устройства.
45. Определить мощность, необходимую для измельчения материала вальцовой дробилкой.
46. Определить производительность молотковой дробилки при измельчении сырья.
47. Определить угловую скорость наиболее удаленной точки молотка молотковой дробилки при измельчении сырья.
48. Определить диаметр валцов вальцовой дробилки при измельчении сырья.
49. Определить коэффициент живого сечения пробивного сита при сортировании смеси на фракции по диаметру частиц.
50. Определить диаметр циклона при очистке газа от пыли и время пребывания газа в циклоне.
51. Определить коэффициент живого сечения пробивного сита при сортировании смеси на фракции по диаметру частиц, если известно, что на участке сита 40x40 мм располагается 30 отверстий, а диаметр отверстий сита составляет  $d=6$  мм.
52. Определить диаметр валцов вальцовой дробилки при измельчении сырья, если известно, что внешний диаметр кусков измельчаемого материала  $d=10$  мм, коэффициент трения материала о поверхность вальца  $f=0,25$ , зазор между вальцами  $b=0,5$  мм.
53. Определить расход энергии вальцовой дробилки на измельчение, если известно, что диаметр вальца  $D=250$  мм, внешний диаметр кусков измельчаемого материала  $d=10$  мм, угловая скорость валцов  $\omega=40$  рад/с.
54. Определить рабочий объем циклона при очистке газа от пыли, если известно, что объем газа поступающего на очистку  $V_0=5,5$  м<sup>3</sup>/с, диаметр циклона 1,6 м, окружная скорость газа в циклоне  $v=15$  м/с, число оборотов газа  $n=2$ .
55. Определить теоретическую производительность вальцовой дробилки при измельчении сырья, если известны: коэффициент разрыхления материала  $k=0,7$ , плотность материала  $\rho=900$  кг/м<sup>3</sup>, диаметр валцов  $D=250$  мм, коэффициент трения материала о валец  $f=0,3$ , средний диаметр кусков измельчаемого материала  $d=20$  мм, зазор между вальцами  $b=2$  мм.
56. Определить угловую скорость наиболее удаленной точки молотка молотковой дробилки при измельчении сырья, если известно, что расстояние от оси подвеса молотка до оси ротора  $R_0=90$  мм, расстояние от конца молотка до оси его подвеса  $l=70$  мм, масса измельчаемой частицы  $m=7 \cdot 10^{-5}$  кг, продолжительность удара молотка по частице  $t=10^{-5}$  с, сила сопротивления частицы разрушению  $P=150$  Н.
57. Определить центробежную силу инерции молотка молотковой дробилки, если известно, что угловая скорость наиболее удаленной точки молотка  $\omega=120$  рад/с, расстояние от оси подвеса молотка до оси ротора  $R_0=90$  мм, расстояние между осью подвеса и центром

тяжести молотка  $c=20$  мм, длина молотка  $a=100$  мм, ширина  $b=40$  мм, толщина  $\delta=10$  мм, плотность материала изготовления молотка  $\rho=7850$  кг/м<sup>3</sup>.

58. Определить ширину ротора молотковой дробилки при измельчении сырья, если известно, что производительность дробилки  $Q=3$  т/ч, диаметр ротора  $D=320$  мм, угловая скорость наиболее удаленной точки молотка  $\omega=150$  рад/с, степень дробления материала  $i=25$ .

59. Рассчитать угол подъема винтовой линии шнека шнекового устройства, если известно, что наружный диаметр шнека  $D=150$  мм.

60. Рассчитать угол подъема винтовой линии шнека шнекового устройства, если известно, что наружный диаметр шнека  $D=200$  мм.

61. Определить требуемую установленную мощность электродвигателя открытой турбинной мешалки при перемешивании суспензии, если известно, что диаметр резервуара  $D=900$  мм, частота вращения рабочего органа  $n=6$  об/с, плотность суспензии  $\rho=1350$  кг/м<sup>3</sup>, критерий Эйлера для перемешивания  $Eu_m=0,24$ , КПД привода  $\eta=0,9$ .

62. Определить расход мощности на процесс электрофльтрации газа, если известно, что разность потенциалов между электродами  $16$  кВ, число секций электрофилтра  $n=12$  шт, сила тока на коронирующем электроде  $I=0,5$  мА/м, скорость воздушного потока  $v=0,5$  м/с, продолжительность пребывания осаждаемой частицы в электроде  $\tau=0,7$  с, КПД электрофилтра  $\eta=0,8$ .

63. Определить обороты пропеллерной мешалки без перегородок при перемешивании эмульсии, если известно, что плотность эмульсии  $\rho=1250$  кг/м<sup>3</sup>, вязкость  $\mu=2,65$  Па·с, диаметр резервуара мешалки  $D=900$  мм, критерий Рейнольдса для перемешивания  $Re=95 \cdot 10^3$ .

64. Определить производительность молотковой дробилки при измельчении сырья, если известно, что мощность, расходуемая на измельчение материала  $N=216$  Квт, внешний диаметр кусков материала до измельчения  $d_n=18$  мм, диаметр частиц после измельчения  $d_k=0,5$  мм.

65. Определить производительность молотковой дробилки при измельчении сырья, если известно, что мощность, расходуемая на измельчение материала  $N=150$  Квт, внешний диаметр кусков материала до измельчения  $d_n=5$  мм, диаметр частиц после измельчения  $d_k=0,5$  мм.

66. Определить конечную концентрацию вещества в абсорбенте в процессе противоточной абсорбции веществ из воздуха, если известно что, массовый расход абсорбента  $W=2000$  кг/ч, расход воздуха  $V=1200$  м<sup>3</sup>/ч, начальная концентрация веществ в воздухе  $y_n=0,05$  %, конечная концентрация  $y_k=0,0016$ %, начальная концентрация веществ в абсорбенте равно нулю.

67. Определить предельное число оборотов валцов вальцовой дробилки при измельчении сырья, если известно, что внешний диаметр кусков измельчаемого материала  $d=10$  мм, плотность измельчаемого материала  $\rho=750$  кг/м<sup>3</sup>, коэффициент трения материала о поверхность вальца  $f=0,25$ , зазор между вальцами  $b=0,5$  мм.

68. Определить угол наклона короба барабана просеивателя с барабанным ситом, если известно, что производительность просеивателя  $Q=8$  т/ч, плотность просеиваемого материала  $\rho=650$  кг/м<sup>3</sup>, диаметр барабана  $D=0,8$  м, высота слоя на сите  $h=0,08$  м, число оборотов барабана  $n=50$  об/мин, коэффициент разрыхления материала  $\mu=0,6$ .

69. Определить массу суспензии в барабане центрифуги в процессе центробежной очистки, если известно, что внутренний диаметр барабана  $D=1200$  мм, частота вращения барабана  $n=800$  об/мин, величина центробежной силы, развиваемой барабаном  $P=8,4 \cdot 10^5$  Н.

70. Определить коэффициент теплопередачи от жидкого теплоносителя воздушной среде через разделяющую их стенку теплообменного аппарата, если известно что коэффициент теплоотдачи от жидкости к стенке аппарата  $\alpha_1=232$  Вт/(м<sup>2</sup>·К), коэффициент теплоотдачи от стенки воздушной среде  $\alpha_2=232$  Вт/(м<sup>2</sup>·К), коэффициент теплопроводности стенки  $\lambda=46,5$  Вт/(м·К), толщина стенки  $\delta=6$  мм.

71. Определить температуру греющей стенки парового подогревателя при нагреве воздушной среды, если известно, что температура воздуха  $t=30^\circ\text{C}$ , коэффициент теплоотдачи от стенки воздуху  $\alpha=46,4$  Вт/(м<sup>2</sup>·К), величина удельного теплововго потока  $q=5010$  Вт/м<sup>2</sup>.

72. Определить площадь поверхности теплообменного аппарата при нагревании воздуха глухим паром через разделяющую их стенку, если известно, что количество переданной теплоты составляет  $Q=15060$  Вт, коэффициент теплопередачи  $44,3$  Вт/ ( $\text{м}^2\cdot\text{К}$ ), температура пара  $t_1=143^\circ\text{C}$ , температура воздуха  $t_2=30^\circ\text{C}$ .

73. Определить количество теплоты, выделяемое в нагревательном электрическом элементе теплообменного аппарат, если известно, что расход продукта в аппарате  $G=200$  кг/ч, удельная теплоемкость продукта  $c=2,68$  кДж/(кг·К), температура продукта на входе в аппарат  $t_H=20^\circ\text{C}$ , на выходе из него  $t_K=80^\circ\text{C}$ , потери теплоты в окружающую среду  $Q_{\text{П}}=2\cdot 10^3$  кДж/ч.

74. Определить объемный расход очищаемого газа в адсорбере, если известно, что масса адсорбента в аппарате  $m=500$  кг, статическая поглотительная способность адсорбента  $\alpha=0,3$  кг/кг, концентрация примеси в газе  $C_0=100$  г/м<sup>3</sup>, продолжительность процесса адсорбции  $\tau=1,5$  ч.

75. Определить диаметр адсорбера, если известно, что скорость потока газа через слой адсорбента  $v=0,3$  м/с, объемный расход очищаемого газа  $Q=0,2$  м<sup>3</sup>/с, кажущаяся плотность адсорбента  $\rho_K=750$  кг/м<sup>3</sup>, насыпная плотность адсорбента  $\rho_H=500$  кг/м<sup>3</sup>.



