


Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Бойко Елена Григорьевна  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 15.10.2021 10:26:00  
Уникальный программный ключ:  
e69eb689122030af7d22cc354bf0eb9d453ecf8f

Министерство сельского хозяйства РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Государственный аграрный университет Северного Зауралья»  
Инженерно-технологический институт  
Кафедра технических систем в АПК

«Утверждаю»  
Заведующий кафедрой

 Устинов Н.Н.

«01» июня 2021г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Процессы и аппараты перерабатывающих производств**

для направления подготовки 35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции

профиль «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции»

Уровень высшего образования – бакалавриат

Форма обучения: очная

Тюмень, 2021

При разработке рабочей программы учебной дисциплины в основу положены:

- 1) ФГОС ВО по направлению подготовки 35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции утвержденный Министерством образования и науки РФ «17» июля 2017 г., приказ №669
- 2) Учебный план основной образовательной программы 35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции одобрен Ученым советом ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья от «27» мая 2021 г. Протокол №11

Рабочая программа учебной дисциплины одобрена на заседании кафедры «Технические системы в АПК» от «01» июня 2021 г. Протокол № 9

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  Н.Н. Устинов

Рабочая программа учебной дисциплины одобрена методической комиссией института от «08» июня 2021 г. Протокол № 7а

Председатель методической комиссии института \_\_\_\_\_  О.А. Мелякова

**Разработчик:**

Бердышев В.В., доцент кафедры технических систем в АПК, канд. техн. наук  
Гайворон М.А., ассистент кафедры Технических систем в АПК  
Хасанова Т.М., главный технолог ООО «Тобольский городской молочный завод»

**И. о. директор института:** \_\_\_\_\_  О.А. Шахова

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

Код компетенции	Результаты освоения	Индикатор достижения компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-1	Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий	ИД15-опк-1-Обосновывает технологические процессы и применение технологического оборудования перерабатывающих производств	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные закономерности, по которым протекают механические, гидромеханические, теплообменные, массообменные и биохимические процессы</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- рассчитывать параметры процессов, основные размеры рабочих органов машин и аппаратов</li> <li>- обосновывать применение технологического оборудования перерабатывающих производств;</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования</li> </ul>

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Данная дисциплина относится к *Блоку 1* обязательной части образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания в области: *математика, информатика и цифровые технологии, введение в профессиональную деятельность, физика, основы агроинженерии.*

Дисциплина «Процессы и аппараты перерабатывающих производств» является предшествующей дисциплиной для дисциплины *оборудование перерабатывающих производств, технология хранения и переработки продукции животноводства, стандартизация и подтверждение соответствия сельскохозяйственной продукции, безопасность и качество сельскохозяйственного сырья и продовольствия.*

Дисциплина изучается на 2 курсе в 4 семестре по очной форме обучения.

### 3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 108 часов (3 зачетных единиц).

Вид учебной работы	Форма обучения
	очная
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	50
<i>В том числе:</i>	-
Лекционного типа	34
Семинарского типа	16
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	58
<i>В том числе:</i>	-
Проработка материала лекций, подготовка к занятиям	29
Самостоятельное изучение тем	9
Решение задач	20
Вид промежуточной аттестации:	зачет
<b>Общая трудоемкость:</b>	
часов	<b>108</b>
зачетных единиц	<b>3</b>

### 4. Содержание дисциплины

#### 4.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	2	3
1.	Основные понятия и законы, принципы оптимизации процессов	Классификация основных процессов. Общие принципы анализа и расчета процессов и аппаратов. Теория подобия.
2.	Механические процессы	Измельчение твердых материалов. Способы измельчения. Схемы измельчения. Принципы выбора схемы измельчения. Классификация оборудования для измельчения. Устройство и принцип действия дробилок и мельниц. Процессы резания. Классификация, дозирование и смешивание твердых материалов. Классификация (разделение) твердых сыпучих материалов. Механическая сепарация. Гидравлическая и воздушная сепарация. Виды смесителей, их устройство и области применения. Процессы формования и прессования.
3.	Гидромеханические процессы	Перемещение жидкостей и газов по трубопроводам. Разделение жидких и газовых гетерогенных систем. Классификация гетерогенных систем и процессов разделения. Осаждение, фильтрование, центробежная очистка. Устройство и принцип действия сухих пылеуловителей, циклонов, рукавных фильтров, скрубберов, электрофильтров, отстойников, центрифуг. Перемешивание в жидких средах. Основные способы перемешивания и их интенсивность. Механическое, пневматическое, циркуляционное перемешивание.

		Конструкции мешалок. Сравнительная оценка и выбор способов перемешивания.
4.	Теплообменные процессы	<p>Способы переноса тепла. Основное уравнение теплопередачи. Теплообменные аппараты. Классификация. Конструкции кожухотрубчатых, пластинчатых, змеевиковых теплообменных аппаратов, теплообменников типа «труба в трубе».</p> <p>Методика теплового расчета теплообменных аппаратов Движущая сила тепловых процессов (средний температурный напор). Определение поверхности теплообменника. Теплопроводность однослойной и многослойной плоской стенок.</p>
5.	Массообменные процессы	<p>Общие понятия о массообменных процессах. Виды процессов массопередачи. Основное уравнение массопередачи. Движущая сила массообменных процессов.</p> <p>Абсорбция. Материальный баланс процесса. Десорбция. Устройство абсорбционных аппаратов. Поверхностные и пленочные абсорберы. Насадочные абсорберы. Режимы работы. Требования, предъявляемые к насадкам. Барботажные абсорберы. Гидродинамические режимы работы. Типы тарелок. Принципы расчета насадочных и тарельчатых абсорберов.</p> <p>Перегонка жидкостей. Идеальные и реальные смеси. Фракционная перегонка. Материальный баланс процесса перегонки. Перегонка с дефлегмацией.</p> <p>Ректификация. Схемы установок для разделения бинарных смесей. Непрерывно и периодически действующие установки. Материальный баланс ректификационной колонны непрерывного действия. Устройство ректификационных аппаратов. Принципы расчета ректификационных колонн.</p> <p>Экстракция. Процессы экстракции в системе жидкость – жидкость. Схемы экстракции. Устройство экстракционных аппаратов.</p> <p>Адсорбция. Промышленные адсорбенты. Материальный баланс процесса адсорбции. Принципиальные схемы адсорбции. Устройство адсорбционных аппаратов.</p> <p>Сушка. Формы связи влаги с материалом. Кинетика сушки. Материальный и тепловой баланс сушилки. Конструкции сушилок.</p>

#### 4.2. Разделы дисциплины и виды занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекционного типа	Семинарского типа	СР	Всего, часов
1	2	3	4	5	6
1.	Основные понятия и законы, принципы оптимизации процессов	2	-	3	5
2	Механические процессы	6	2	10	18
3	Гидромеханические процессы	10	4	17	31
4	Теплообменные процессы	8	6	14	28
5	Массообменные процессы	8	4	14	26
	Итого:	34	16	58	108

#### 4.3. Занятия семинарского типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тема	Трудоемкость (час)
1	2	3	4
1.	2	Основы расчета машин для измельчения	2
2.	3	Расчет основных параметров процессов фильтрации	2
3.	3	Расчет аппаратов для перемешивания жидких сред	2
4.	4	Расчет пластинчатых теплообменных аппаратов и обоснование их применения	2
5.	4	Расчет емкостных теплообменных аппаратов и их применение в перерабатывающей промышленности	2
6.	4	Расчет толщины теплоизоляции камер хранения	2
7.	5	Расчет параметров ректификационных колонн	4
		Итого:	16

#### 4.6. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

Не предусмотрено ОПОП

### 5. Организация самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

#### 5.1. Типы самостоятельной работы и её контроль

Тип самостоятельной работы	Форма обучения	Текущий контроль
	очная	
Проработка материала лекций, подготовка к занятиям	29	Тестирование
Самостоятельное изучение тем	9	Собеседование
Решение задач	20	Собеседование
всего часов:	58	

## 5.2. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы:

1. Семикопенко, И. А. Процессы и аппараты пищевых производств: учебное пособие / И. А. Семикопенко, Д. В. Карпачев, В. Б. Герасименко. — Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2017. — 213 с. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/80471.html> — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

## 5.3. Темы, выносимые на самостоятельное изучение:

*Раздел 1.* Основные понятия и законы, принципы оптимизации процессов

Тема: Теория подобия

*Раздел 2.* Механические процессы

Темы:

- смешивание твердых сыпучих материалов;

*Раздел 3.* Гидромеханические процессы

Тема: Процессы циркуляционного перемешивания и оборудование для их проведения

*Раздел 4.* Теплообменные процессы

Тема: Определение «температурных напоров» в теплообменных аппаратах различных конструкций

*Раздел 5.* Массообменные процессы

Тема: Оборудование для проведения процессов экстракции

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

### 6.1 Перечень компетенций и оценочные средства индикатора достижения компетенций

Код компетенции	Индикатор достижения компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине	Наименование оценочного средства
ОПК-1	ИД15-опк-1-Обосновывает технологические процессы и применение технологического оборудования перерабатывающих производств	<b>знать:</b> - основные закономерности, по которым протекают механические, гидромеханические, теплообменные, массообменные и биохимические процессы <b>уметь:</b> - рассчитывать параметры процессов, основные размеры рабочих органов машин и аппаратов - обосновывать применение технологического оборудования перерабатывающих производств; <b>владеть:</b> - методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования	Тест

### 6.2. Шкалы оценивания

### Шкала оценивания тестирования на зачете

% выполнения задания	Результат
50 – 100	зачтено
менее 50	не зачтено

#### 6.4. Типовые контрольные задания или иные материалы:

Указаны в приложении 1.

#### 7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

##### а) основная литература

Бакин, И. А. Процессы и аппараты пищевых производств : учебное пособие / И. А. Бакин, В. Н. Иванец. — Кемерово : КемГУ, 2020. — 235 с. — ISBN 978-5-8353-2598-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/156113>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Вобликова, Т. В. Процессы и аппараты пищевых производств : учебное пособие / Т. В. Вобликова, С. Н. Шлыков, А. В. Пермяков. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 204 с. — ISBN 978-5-8114-4163-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/115658>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

##### б) дополнительная литература

Фролов, В. Ф. Лекции по курсу «Процессы и аппараты химической технологии» / В. Ф. Фролов. — 4-е изд. — Санкт-Петербург : ХИМИЗДАТ, 2020. — 608 с. — ISBN 078-5-93808-348-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/97816.html>. — Режим доступа: для авторизир. Пользователей

#### 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

<http://mppnik.ru/> - Информационный портал «Пищевик».

<http://processes.ihbt.ifmo.ru/> - Научный журнал НИУ ИТМО "Процессы и аппараты пищевых производств".

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

Для достижения результатов обучения студент ознакомится с учебно-методической документацией:

- рабочей программой дисциплины: с целями и задачами дисциплины, ее связями с другими дисциплинами образовательной программы, перечнем знаний и умений, которыми в процессе освоения дисциплины должен владеть обучающийся,
- порядком проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Систематическое выполнение учебной работы на занятиях лекционных и семинарских типов, а также выполнение самостоятельной работы позволит успешно освоить дисциплину.

В процессе освоения дисциплины обучающимся следует:

- слушать, конспектировать излагаемый преподавателем материал;
- ставить, обсуждать актуальные проблемы курса, быть активным на занятиях;



- задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений;
- выполнять задания практических занятий полностью и установленные сроки.

При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к литературным источникам.

### **10. Перечень информационных технологий**

Дисциплина может быть реализована в формате смешанного обучения, а также с применением дистанционных образовательных технологий. Для изучения дисциплины с использованием дистанционных образовательных технологий используются учебно-методические материалы, размещенные в системе дистанционного обучения. Ссылка на онлайн курс по дисциплине «Процессы и аппараты перерабатывающих производств»: <https://lms-test.gausz.ru/course/view.php?id=890>.

При изучении дисциплины используются следующее программное обеспечение:

- пакет прикладных программ MS Office 2007 (университетская лицензия)
- сервисы Google Suite for Education Google.

### **11. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Лекционные занятия: - комплект электронных презентаций/слайдов, проводится в лекционных аудиториях, оснащенных мультимедийным оборудованием Panasonic LB55.

Практические занятия проводятся в лаборатории механизации переработки продукции животноводства.

Оснащенность лаборатории.

Волчок УКМ-10; куттер Л5-ФКМ; измельчитель специй Я2-ФЯУ; Фаршемешалка; Шприц гидравлический; шприц механический ШВН-25; Передвижная рама; стол для обвалки; стол для формовки колбасных изделий, холодильник.

Холодильная установка 1МВВ-1-2; кондиционер AEG (R407 с /ACM - 12)HR; терморегулирующий вентиль TPV -2M; ребристый испаритель ИРСН – 18; поршневой компрессор ФАК; холодильный агрегат ВС – 500 (2).

### **12. Особенности освоения дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Обучение обучающихся с ограниченными возможностями здоровья при необходимости осуществляется на основе адаптированной рабочей программы с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

В целях освоения учебной программы дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья обеспечивается:

- для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению: размещение в доступных для обучающихся, являющихся слепыми или слабовидящими, местах и в адаптированной форме справочной информации о расписании учебных занятий; присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь; выпуск альтернативных форматов методических материалов (крупный шрифт или аудиофайлы), использование версии сайта для слабовидящих ЭБС IPR BOOKS и специального мобильного приложения IPR BOOKS WV-Reader (программы не визуального доступа к информации, предназначенной для мобильных устройств, работающих на операционной системе Android и iOS, которая не требует специально обученного ассистента, т.к. люди с ОВЗ по зрению работают со своим устройством привычным способом, используя специальные штатные программы для незрячих людей, с которыми IPR BOOKS WV-Reader имеет полную совместимость);
- для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху: надлежащими звуковыми средствами воспроизведение информации;

- для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата: возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, туалетные комнаты и другие помещения кафедры, а также пребывание в указанных помещениях.

Образование обучающихся с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах или в отдельных организациях.

Министерство сельского хозяйства РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Государственный аграрный университет Северного Зауралья»  
Инженерно-технологический институт  
Кафедра технических систем в АПК

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по учебной дисциплине «Процессы и аппараты перерабатывающих производств»

для направления подготовки 35.03.07 Технология производства и переработки  
сельскохозяйственной продукции

профиль «Технология производства и переработки сельскохозяйственной  
продукции»

Уровень высшего образования – бакалавриат

Разработчики:

доцент кафедры технических систем в АПК, канд. техн. наук., В.В. Бердышев  
ассистент кафедры технических систем в АПК, М.А. Гайворон  
главный технолог ООО «Тобольский городской молочный завод», Т.М.  
Хасанова

Утверждено на заседании кафедры

протокол № 9 от «01» июня 2021 г.

Заведующий кафедрой  Н.Н. Устинов

Тюмень, 2021

## КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ И ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ОЦЕНКИ

знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

### ***ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ***

#### **1. Вопросы для промежуточной аттестации (зачет в форме тестирования)**

Компетенция	Темы или вопросы, по которым составлен банк тестовых заданий
ОПК-1 Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий	<p><b><i>На знание основных закономерностей, по которым протекают механические, гидромеханические, теплообменные, массообменные и биохимические процессы:</i></b></p> <p>1 Классификация машин и аппаратов перерабатывающих производств;</p> <p>2 Движущая сила механических, гидромеханических, массообменных, теплообменных и биохимических процессов.</p> <p><b><i>На умение рассчитывать параметры процессов, основные размеры рабочих органов машин и аппаратов:</i></b></p> <p>3 Расчет параметров машин для измельчения;</p> <p>4 Расчет параметров машин для сортировки сыпучих материалов;</p> <p>5 Расчет перемешивающих устройств;</p> <p>6 Расчет процессов фильтрации;</p> <p>7 Расчет параметров теплообменных процессов и аппаратов;</p> <p>8 Расчет параметров массообменных процессов и аппаратов;</p> <p>9 Расчет реакторов для биохимических процессов;</p> <p>10 Применение гугл-таблиц для создания алгоритмов расчета параметров процесса.</p> <p><b><i>На умение обосновывать применение технологического оборудования перерабатывающих производств:</i></b></p> <p>11 Обоснование технологических процессов на основе расчета оптимальных параметров механических, гидромеханических, массообменных, теплообменных и биохимических процессов.</p> <p><b><i>На владение методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования:</i></b></p> <p>12 Методы определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования;</p> <p>13 Критерии оптимизации.</p>

## **Процедура оценивания зачета**

Зачет проходит в виде тестирования в электронной информационной среде университета Moodle на сайте <https://lms-test.gausz.ru>.

Ссылка на онлайн курс по дисциплине:

<https://lms-test.gausz.ru/course/view.php?id=890>.

Обучающемуся для решения теста дается 1 попытка - 45 минут, который состоит из 30 случайных заданий. В назначенное время студенты заходят в систему Moodle со своего персонального аккаунта и проходят тестирование. По результатам проверки результатов тестирования выставляется оценки в соответствии с критериями.

### **Критерии оценки:**

Оценка «зачтено» выставляется обучающему, если по результатам тестирования получен результат более 50%.

Оценка «не зачтено» - если по результатам тестирования получен результат менее 50 %.

## **2. Текущий контроль выполнения самостоятельной работы**

### **2.1 Вопросы для собеседования**

*Раздел 1. Основные понятия и законы, принципы оптимизации процессов*

1. Классификация основных процессов пищевой технологии
2. Кинетические закономерности основных процессов
3. Уравнения материального и энергетического балансов

*Раздел 2. Механические процессы*

1. Назначение и сущность процесса измельчения (дробления).
2. Дайте характеристику дробления с помощью линейной степени измельчения.
3. Как рассчитываются затраты энергии на дробление?
4. Общие требования, предъявляемые к дробилкам?
5. Основные типы дробилок. Принцип действия, достоинства и недостатки.
6. Каково назначение процессов прессования, формования и отжима в пищевой промышленности?
7. Какие параметры влияют на выход жидкого продукта при отжиме?
8. Аппараты для реализации процесса отжима.
9. В чем заключается физическая сущность процесса формования?
10. Назначение и принцип работы основных конструкций, применяемых в пищевой промышленности прессов?
11. Способы разделения твердых зернистых материалов: сортировка, калибровка, просеивание.
12. Как оценивается пропускная способность сит и коэффициент полезного действия?
13. Сущность ситового анализа?

*Раздел 3. Гидромеханические процессы*

1. Каково назначение процесса осаждения?
2. Получить теоретическую скорость отстаивания твердой одиночной шарообразной частицы в жидкой среде.
3. Как режим осаждения влияет на скорость? Обосновать наиболее эффективный режим отстаивания.
4. Устройство и принцип работы отстойника непрерывного действия?
5. Как производится расчет отстойника?
6. Каковы назначение и сущность процесса сепарирования?

7. Представить схемы барабанов сепараторов сливоотделителя и молокоочистителя. Перечислить их конструктивные отличия.

8. Назначение процесса центрифугирования?

9. Получить теоретическую скорость осаждения твердой одиночной шарообразной частицы в центробежном поле.

10. Объяснить понятие факторов разделения.

11. Описать характеристики зернистого слоя и связь между ними.

12. Условия существования области фильтрования, псевдооживления и уноса, исходя из соотношения силы тяжести и силы гидравлического сопротивления.

13. Как рассчитывается сопротивление зернистого слоя в области фильтрования и псевдооживления?

14. Каково назначение барометрических процессов? Их общность и особенности протекания.

15. Основные характеристики мембран.

16. Каковы назначение процесса механического перемешивания и его сущность?

17. Как рассчитывается энергия на механическое перемешивание?

18. Уравнение расхода мощности на перемешивание.

19. Способы очистки газовых систем. Оценка их эффективности.

#### *Раздел 4. Теплообменные процессы*

1. Охарактеризуйте способы и механизмы переноса теплоты.

2. Теплопроводность как один из механизмов переноса теплоты – для какого агрегатного состояния этот способ является единственным?

3. Закон Фурье.

4. Охарактеризуйте излучение как один из механизмов переноса теплоты.

5. Как рассчитывается лучеиспускательная способность тела?

6. Какие механизмы переноса теплоты характеризуют конвективную теплоотдачу

7. При естественной или при вынужденной конвекции теплообмен протекает более интенсивно?

8. Основное уравнение теплоотдачи (закон Ньютона-Рихмана).

9. Физический смысл коэффициента теплоотдачи?

10. Какие критерии теплового и гидромеханического подобия входят в критериальные уравнения?

11. Каковы назначение процесса конденсации и способа достижения конденсированного состояния?

12. В чем заключается особенность теплоотдачи при конденсации?

13. Какой критерий характеризует изменение агрегатного состояния?

14. Основное уравнение теплопередачи.

15. Какой закон положен в основу составления уравнений тепловых балансов?

16. Провести сравнительную оценку пластинчатого и трубчатого теплообменников.

17. В чем преимущество кожухотрубчатого теплообменника перед теплообменником типа «труба в трубе»?

18. Устройство и принцип действия спирального теплообменника? Достоинства и недостатки аппарата.

19. Особенности теплопередачи в пластинчатом теплообменнике?

20. Какие типы пластин, обусловленные различной формой профиля, существуют?

#### *Раздел 5. Массообменные процессы*

1. Каковы механизмы массопереноса?

2. Что является движущей силой массообменных процессов?
3. Примеры массообменных процессов.
4. Законы молекулярной диффузии (1 и 2 законы Фика).
5. Что характеризует коэффициент молекулярной диффузии?
6. Каков механизм переноса вещества в движущей среде?
7. Что включает массоперенос из одной фазы в другую?
8. Уравнение массоотдачи. Коэффициент массоотдачи.
9. Какие критерии необходимы для расчета коэффициентов массоотдачи?
10. Приведите критериальные уравнения для массообменных процессов: абсорбции, сушки и кристаллизации.
11. Основное уравнение массопередачи. Коэффициент массопередачи.
12. Как рассчитывается движущая сила массообменных процессов?
13. Каковы физически основы процесса абсорбции?
14. Приведите уравнение равновесной линии процесса абсорбции.
15. Уравнение материального баланса.
16. Как рассчитывается движущая сила процесса?
17. Как производится расчет коэффициента массоотдачи?
18. Приведите уравнение массопередачи для абсорбции.
19. Аппараты для абсорбции.
20. Назначение и принцип работы пленочных абсорберов.

## **2.2 Вопросы к темам для самостоятельного изучения**

### *Раздел 1. Основные понятия и законы, принципы оптимизации процессов*

Тема: Теория подобия

1. Какую роль играет теория подобия в науке о процессах и аппаратах пищевых производств?
2. Назовите критерий подобия при описании процессов движения жидкостей по трубопроводам. Каков его физический смысл?
3. Какие критерии подобия используются при описании тепловых процессов?
4. Какой критерий подобия используется при описании процессов перемешивания?

### *Раздел 2. Механические процессы*

Тема: Смешивание твердых сыпучих материалов

1. Перечислите основные виды оборудования для перемешивания твердых сыпучих материалов.
2. Каковы условия создания псевдооживленного слоя в сыпучих материалах?
3. Что такое скорость начала псевдооживления?

### *Раздел 3. Гидромеханические процессы*

Тема: Процессы циркуляционного перемешивания и оборудование для их проведения

1. Изобразите схему циркуляционного перемешивания и перечислите ее основные компоненты.
2. Для каких продуктов нельзя использовать схему циркуляционного перемешивания?

### *Раздел 4. Теплообменные процессы*

Тема: Определение «температурных напоров» в теплообменных аппаратах различных конструкций

1. Что такое температурный напор?

2. Как рассчитывается температурный напор для противоточных схем движения теплоносителей?

#### Раздел 5. Массообменные процессы

Тема: Оборудование для проведения процессов экстракции

1. Что такое экстракция?
2. Для получения каких видов продуктов применяется экстракция?
3. Перечислите основные виды оборудования для проведения процесса экстракции.

### 2.3 Комплект заданий для контрольной работы

#### Задание 1 Расчет вальцевой сушилки.

Определить основные размеры двухвальцевой сушилки для сушки кормовых дрожжей производительностью  $Q$ , кг/ч (по сухому продукту). Начальная влажность  $W_n$ , %, конечная  $W_k$  % (на общую массу). Сушилка обогревается паром ( $P_{абс}=1$  ат.). Толщина слоя материала – 1 мм. Толщина стенки чугунного вальца 10 мм. Над поверхностью материала продувается воздух со скоростью 1,5 м/с. Температура воздуха  $T_v$  °С,  $\varphi=40\%$ .

Последняя цифра номера зачетной книжки	Q	W <sub>n</sub>	W <sub>k</sub>	T <sub>v</sub>
0	90	75	10	40
1	100	75	12	45
2	110	75	10	45
3	80	70	10	38
4	75	70	12	36
5	85	70	10	45
6	90	70	12	50
7	100	80	10	45
8	110	80	12	55
9	120	80	10	50

#### Задание 2 Расчет барабанного грохота.

Рассчитать производительность и требуемую мощность барабанного грохота для просеивания муки (плотность  $\rho=600$  кг/м<sup>3</sup>). Наклон барабана  $\alpha$ , °, коэффициент разрыхления  $\mu$  и высота слоя муки в барабане  $h=0,03$  м. Удельная нагрузка на 1 м<sup>2</sup> сита  $P_0=0,3$  кг/(м<sup>2</sup>·с). Вес вращающихся частей барабана  $G_б$ , Н. Наружный диаметр отводящего шнека D мм.

Последняя цифра номера зачетной книжки	$\alpha$	$\mu$	$G_б$	D
0	5	0,80	450	160
1	5	0,75	400	170
2	5	0,70	500	150
3	5	0,80	450	160
4	7	0,75	400	170
5	7	0,70	500	150
6	7	0,80	450	160
7	7	0,75	400	170
8	5	0,70	500	150
9	5	0,80	450	160



### Задание 3 Расчет сменной пропускной способности емкости для хранения молока

Рассчитать сменную пропускную емкостей для хранения молока при условии, что наполнение осуществляется при помощи насосов, а опорожнение - самотеком.

Продолжительность смены – 8 ч.

Последняя цифра номера зачетной книжки	Рабочая вместимость емкости и м <sup>3</sup>	Тип емкости	Площадь поперечного сечения патрубка, м <sup>2</sup>	Высота уровня молока в емкости, м	Продолжительность хранения молока, ч	Подача насоса, м <sup>3</sup> /с
0	2,5	вертикальная	0,002	3	3	0,00175
1	2,5	вертикальная	0,002	2,5	4	0,00175
2	2,5	вертикальная	0,002	2,7	5	0,00175
3	4	горизонтальная	0,002	2	2	0,0028
4	4	горизонтальная	0,002	2,1	4	0,0028
5	4	горизонтальная	0,002	2,2	5	0,0028
6	6,3	вертикальная	0,002	2,8	3	0,0036
7	6,3	вертикальная	0,002	2,6	2	0,0036
8	6,3	вертикальная	0,002	2,5	3	0,0036
9	10	горизонтальная	0,004	2,4	5	0,007

### Задание 4 Расчет отстойника

Определить размеры отстойника для предварительной очистки G, т/ч масла растительного в течении  $\tau$ , ч при температуре t, °C. Плотность масла  $\rho$ , кг/м<sup>3</sup>.

Последняя цифра номера зачетной книжки	G	$\tau$	$\rho$
0	10	1	884
1	8	1,5	900
2	6	2	850
3	4	1	884
4	10	1,5	900
5	8	2	850
6	6	1	884
7	4	1,5	900
8	10	2	850
9	8	1	884

### Задание 5 Расчет фильтр-пресса

Определить производительность фильтр-пресса и их количество фильтрования растительного масла, получаемого от 340 т семян в сутки. Выход форпрессового товарного масла составляет 37,5 %. Площадь фильтрующей поверхности одного фильтр пресса A=40 м<sup>2</sup>, время его работы -  $\tau$  часов в сутки. Давление в фильтр-прессе p=0,05 МПа. Фильтрация – горячая при температуре t, °C. Плотность масла -  $\rho$ , кг/м<sup>3</sup>, его вязкость  $\mu=0,0153$  Па·с). Коэффициент фильтрации k=0,00017.

Последняя цифра номера зачетной книжки	$A$	$\tau$	$\rho$
0	40	21	884
1	35	22	900
2	30	20	850
3	45	21	884
4	50	22	900
5	40	20	850
6	35	21	884
7	30	22	900
8	45	20	850
9	50	21	884

*Задание 6 Расчет теплообменника типа «труба в трубе».*

Определить поверхность нагрева и число секций теплообменника типа «труба в трубе». Нагреваемая жидкость (вода) движется по внутренней стальной трубе ( $\lambda_c=50$  Вт/м·°С) диаметром  $d_2/d_1=40/32$  мм и имеет температуры: на входе  $t_{ж1}=17$  °С, на выходе -  $t_{ж2}=90$  °С. Расход нагреваемой жидкости  $Q=2800$  кг/ч. Тепло к нагреваемой жидкости передается от конденсирующегося в кольцевом канале между трубами пара. Температура конденсации  $t_n=170$  °С. Расположение теплообменника – горизонтальное, длина одной секции  $L=1,6$  м. Размеры наружной трубы выбрать конструктивно.

*Задание 7 Расчет потерь теплоты.*

Определить температуру наружной поверхности стенки кожухотрубчатого аппарата, внутри межтрубного пространства которого греющий пар под давлением  $0,3$  МПа, а температура воздуха снаружи аппарата  $25$  °С. Толщина стенки  $0,005$  м, теплопроводность материала стенки  $50$  Вт/(м·град), коэффициент теплоотдачи от стенки к воздуху  $50$  Вт/(м<sup>2</sup>·°С), а от внутренней среды аппарата к стенке  $5000$  Вт/(м<sup>2</sup>·°С).

*Задание 8 Расчет коэффициента теплопередачи.*

Определить коэффициент теплопередачи от конденсирующегося пара к яблочному соку через стенку трубы кожухотрубчатого теплообменника. Коэффициент теплоотдачи от конденсирующегося пара к стенке трубы  $10$  кВт/(м<sup>2</sup>·°С) и от трубы к соку  $500$  Вт/(м<sup>2</sup>·°С). Диаметр трубы  $32$  мм. Толщина стенки трубы  $3$  мм. Теплопроводность материала стенки  $50$  Вт/(м<sup>2</sup>·°С).

*Задание 9 Расчет средней разности температур.*

Определить среднюю разность температур для одноходового кожухотрубчатого подогревателя, внутрь труб которого поступает яблочный сок с температурой  $20$  °С и нагревается до  $125$  °С, а в межтрубное пространство подается пар с давлением  $0,3$  МПа

### **Процедура оценивания**

По данной дисциплине обучающий должен выполнить контрольную работу, содержащую 9 задач из комплекса задач для контрольной работы.

Номера задач, а также сроки сдачи контрольной работы определяются преподавателем. Навыки в решении задач оцениваются преподавателем по результатам проверки контрольной работы и опроса обучающегося на практических занятиях. Без

предоставления контрольной работы, обучающийся не допускается к экзамену по дисциплине.

**Критерии оценки:**

Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если задачи выполнены правильно. В оформлении присутствует «Дано», «Найти», эскиз. Указаны основные законы и формулы, на которых базируется решение, разъяснены буквенные обозначения в формулах, выведена расчетная формула. Проведена проверка единиц измерения. Обучающийся отвечает на вопросы по решению задачи.

Оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, если задачи решены неправильно или правильно, но обучающийся не может пояснить ход решения задачи: очевидно, что решение задачи – плод чужого труда. Правильно решенная задача без «защиты».

«не зачтено» - студент неправильно применил методики расчетов, допустил принципиальные ошибки.