

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Кудрявцев Максим Геннадьевич  
Должность: Проректор по образовательной деятельности  
Дата подписания: 27.06.2022 в 09:58:56  
Уникальный программный ключ:  
790a1a8df2525774421adc1f96453f0e907bfb0

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский государственный аграрный заочный университет»

Кафедра эксплуатации и технического сервиса машин

Принято Ученым Советом  
ФГБОУ ВО РГАЗУ  
«26» января 2022 г. Протокол №9

«УТВЕРЖДЕНО»  
Проректор по образовательной  
деятельности М.А. Реньш  
«26» января 2022 г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# Процессы и аппараты пищевых производств

Направление подготовки **19.03.01 Биотехнология**

Направленность (профиль) программы **Биотехнология пищевых производств**

Квалификация **бакалавр**

Форма обучения **очная**

Балашиха 2022

Рабочая программа разработана в соответствии с ФГОС ВО № 736 от 10.08.2021 и учебным планом по направлению подготовки 19.03.01 – Биотехнология, направленность (профиль) программы– Биотехнология пищевых производств.

Рабочая программа разработана доцентом кафедры Э и ТСМ Сивцовым В.Н.

**Рецензенты:**

внутренняя рецензия Гаджиев П.И. д.т.н., профессор кафедры ЭиТСМ;  
внешняя рецензия (Кузьмин А.М. к.т.н., доцент кафедры МПСХП МГУ им. Н.П. Огарева, г. Саранск)

# 1. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в ОПОП ВО индикаторами достижения компетенций

## 1.1. Перечень компетенций, формируемых учебной дисциплиной

| Код и наименование компетенции  | Индикаторы достижения компетенций<br>Планируемые результаты обучения  |
|---|---|
| <b>Общепрофессиональная компетенция</b>   |   |
| ОПК-4Способность проектировать отдельные элементы технических и технологических систем, технических объектов, технологических процессов биотехнологического производства на основе применения базовых инженерных и технологических знаний | <b>Знать (З):</b> Основы разработки проектной и технической документации на разрабатываемое изделие.  |
|   | <b>Уметь (У):</b> Составлять технологические схемы процессов; читать и выполнять чертежи и эскизы.  |
|   | <b>Владеть (В):</b> Методами исследования работы машин и аппаратов перерабатывающих производств с целью определения оптимальных технологических параметров. |

## 2. Цели и задачи освоения учебной дисциплины, место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Учебная дисциплина «Процессы и аппараты пищевых производств» относится к базовой части цикла дисциплин Б1.О.25 подготовки бакалавров по направлению 19.03.01 – Биотехнология, направленность (профиль) программы – Биотехнология пищевых производств.

Цель дисциплины: практическая подготовка к научно-исследовательской и производственно-технологической деятельности, связанной с использованием технических средств, для определения параметров технологических процессов.

Задачи дисциплины: овладение методами теоретического расчета, проектирования и оптимизации различных процессов и аппаратов пищевых производств, получение комплекса знаний, необходимых для осознанного и рационального использования в будущей профессиональной деятельности различных типов аппаратов и машин пищевого назначения.

## 3. Объем учебной дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий, текущий и промежуточный контроль по дисциплине) и на самостоятельную работу обучающихся

### 3.1 Очная форма обучения

| Вид учебной работы                               | 3 семестр | 4 семестр    |
|--|-----------|--------------|
| Общая трудоемкость дисциплины, зачетных единиц   | -         | 5            |
| <b>часов</b>                                     | -         | <b>180</b>   |
| <b>Аудиторная (контактная) работа, часов</b>     | -         | <b>48,3</b>  |
| в т.ч. занятия лекционного типа                  | -         | 16           |
| практические занятия                             | -         | 32           |
| промежуточная аттестация                         | -         | 0,3          |
| <b>Самостоятельная работа обучающихся, часов</b> | -         | <b>131,7</b> |
| Вид промежуточной аттестации                     | -         | экзамен      |

## 4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием

отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

**4.1 Перечень разделов дисциплины с указанием трудоемкости аудиторной (контактной) и самостоятельной работы, видов контролей и перечня компетенций**  
Очная форма обучения

| Наименование разделов и тем   | Трудоемкость, часов |                                |                        | Наименование оценочного средства | Код компетенции |
|---|---------------------|--------------------------------|------------------------|----------------------------------|-----------------|
|   | всего               | в том числе                    |                        |                                  |                 |
|   |                     | аудиторной (контактной) работы | самостоятельной работы |                                  |                 |
| Раздел 1. Введение. Общие положения.                                      | 26                  | 8                              | 18                     | Практические занятия             | ОПК-4           |
| 1.1. Предмет и задачи курса.  | 6                   | 2                              | 4                      |                                  |                 |
| 1.2. Типы пищевых производств.  | 6                   | 2                              | 4                      |                                  |                 |
| 1.3. Классификация пищевых процессов.                                     | 7                   | 2                              | 5                      |                                  |                 |
| 1.4. Классификация машин и аппаратов и требования к ним.                  | 7                   | 2                              | 5                      |                                  |                 |
| Раздел 2. Механические процессы   | 25                  | 8                              | 17                     | Практические занятия             | ОПК-4           |
| 2.1. Процессы измельчения.  | 8                   | 2                              | 6                      |                                  |                 |
| 2.2. Классификация твердых материалов.                                    | 8                   | 3                              | 5                      |                                  |                 |
| 2.3. Процессы формования.   | 9                   | 3                              | 6                      |                                  |                 |
| Раздел 3. Гидромеханические процессы                                      | 30                  | 8                              | 22                     | Практические занятия             | ОПК-4           |
| 3.1 Основы гидрокинематики.   | 7                   | 2                              | 5                      |                                  |                 |
| 3.2 Процессы отстаивания и осаждения жидких неоднородных систем.          | 7                   | 2                              | 5                      |                                  |                 |
| 3.3 Процессы фильтрации. Процессы разделения неоднородных газовых систем. | 8                   | 2                              | 6                      |                                  |                 |
| 3.4 Процессы псевдооживления. Процессы перемешивания.                     | 8                   | 2                              | 6                      |                                  |                 |
| 4. Теплообменные процессы   | 30                  | 8                              | 22                     |                                  |                 |
|   |                     |                                |                        |                                  |                 |

|  |      |      |       |                      |       |
|--|------|------|-------|----------------------|-------|
| 4.1. Физические основы теплообмена.  | 10   | 2    | 8     |                      | ОПК-4 |
| 4.2. Тепловые процессы и теплообменная аппаратура.   | 10   | 3    | 7     |                      |       |
| 4.3. Процессы выпаривания.   | 10   | 3    | 7     |                      |       |
| 5. Массообменные процессы  | 30   | 8    | 22    | Практические занятия | ОПК-4 |
| 5.1. Теоретические основы массообменных процессов.   | 6    | 2    | 4     |                      |       |
| 5.2. Процессы абсорбции.   | 6    | 2    | 4     |                      |       |
| 5.3. Процессы перегонки и ректификации. Процессы сушки. Процессы экстракции. Процессы экстрагирования. Процессы адсорбции. Процессы кристаллизации. Мембранные процессы. | 18   | 4    | 14    |                      |       |
| 6. Биохимические процессы  | 39   | 8    | 31    | Практические занятия | ОПК-4 |
| 6.1. Общая характеристика биохимических процессов.   | 15   | 4    | 11    |                      |       |
| 6.2. Тепловой баланс биореактора для установившегося процесса.   | 32,7 | 4    | 19,7  |                      |       |
| <b>Контроль (самостоятельная/контактная)</b>   | 0,3  | 0,3  |       |                      |       |
| <b>Итого за семестр</b>  | 180  | 48,3 | 131,7 |                      |       |
| <b>ИТОГО по дисциплине</b>   | 180  | 48,3 | 131,7 |                      |       |

## 4.2 Содержание дисциплины по разделам

### Раздел 1. Введение. Общие положения.

**Цели** -формирование комплекса знаний, умений и навыков дать будущим специалистам знания по конструкции, основам теории, расчёту и испытаниям аппаратов пищевых производств.

**Задачи** -формирование совокупности методологических, методических знаний о проведении научных исследований в области технического состояния аппаратов пищевых производств.

Введение и основные положения. Возникновение и развитие науки о процессах и аппаратах. Возникновение и развитие науки о процессах и аппаратах. Классификация основных процессов пищевой технологии.

1.1 Предмет и задачи курса. Изучение совокупности физических и биохимических процессов и пути их осуществления в промышленном производстве различных продуктов в конкретных технико-экономических условиях.

1.2. Типы пищевых производств. Отрасли, использующие необработанное сырьё. Отрасли, использующее сырьё, прошедшее переработку.

1.3. Классификация пищевых процессов. Гидравлические процессы. Механические процессы. Гидромеханические процессы. Тепловые и массообменные процессы. Химические процессы. Биохимические процессы. Физико-химические процессы. Периодические процессы. Непрерывные процессы.

1.4. Классификация машин и аппаратов и требования к ним. Машины, в которых осуществляется механическое воздействие на продукт, т.е. изменяется форма, размеры, структура или другие механические параметры, но не изменяются свойства материала. Аппараты, в которых осуществляются воздействия на сырьё или продукт, т.е. тепловое, электрическое, биохимическое и т.д., при которых изменяются физические или химические свойства, либо агрегатное состояние. Оборудование неавтоматического рабочего цикла; полуавтоматического рабочего цикла; с полностью автоматизированным циклом. Отдельные машины. Агрегатные или комплексные машины. Комбинированные машины. Автоматическая система машин.

### Раздел 2. Механические процессы.

**Цели** -формирование комплекса знаний, умений и навыков дать будущим специалистам знания по механическим процессам.

**Задачи** -формирование совокупности методологических, методических знаний о проведении научных исследований в области физико-механических свойствах материалов.

2.1. Процессы измельчения. Процессы измельчения. Физико-механические свойства материалов. Классификация машин для измельчения материалов. Теории измельчения. Машины для дробления материалов. Дробилки, разрушающие материал сжатием. Машины для помола материалов. Затраты энергии на дробление.

2.2. Классификация твердых материалов. Ситовый способ (грохочение) разделения. 2) Гидравлический способ разделения. Материалы и виды сеток. Стандарты и нумерация сит. Конструкции механизированных сит.

2.3. Процессы формования. Научное обеспечение процесса формования пищевых сред. Способы формования пищевых сред. Отсадка. Прокатка. Нарезание полуфабрикатов и заготовок. Прессование в замкнутом объеме. Величина периода заполнения.

Определение усилий штампования и вырезания заготовки. Процесс формования шарообразной тестовой заготовки. Научное обеспечение резания пищевых материалов. Способы брикетирования и таблетирования.

### **Раздел 3. Гидромеханические процессы.**

**Цели** - формирование комплекса знаний, умений и навыков дать будущим специалистам знания по гидромеханическим процессам.

**Задачи** - формирование совокупности методологических, методических знаний о проведении научных исследований в области гидрокинематики.

3.1. Основы гидрокинематики. Общие положения. Уравнение неразрывности потока. Дифференциальные уравнения движения Л. Эйлера. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости. Режимы движения жидкости. Законы ламинарного движения. Турбулентный режим движения. Расчет трубопроводов.

3.2. Процессы отстаивания и осаждения жидких неоднородных систем. Отстаивание под действием гравитационного поля. Осаждение под действием центробежной силы. Оборудование для отстаивания и осаждения.

3.3. Процессы фильтрования. Процессы разделения неоднородных газовых систем. Виды фильтрования. Движущая сила и скорость процесса. Оборудование для фильтрования. Расчет фильтровального оборудования. Гравитационная очистка газов. Мокрая очистка газов.

3.4. Процессы псевдооживления. Процессы перемешивания. Физические основы псевдооживления и расчетные формулы. Аппараты с псевдооживленным слоем. Перемешивание жидких сред. Перемешивание пластичных масс. Перемешивание сыпучих материалов.

### **Раздел 4. Теплообменные процессы.**

**Цели** - формирование комплекса знаний, умений и навыков дать будущим специалистам знания по теплообменным процессам.

**Задачи** - формирование совокупности методологических, методических знаний о проведении научных исследований в области технического состояния теплообменной аппаратуры.

4.1. Физические основы теплообмена. Теплопроводность. Тепловое излучение. Конвективный теплообмен.

4.2. Тепловые процессы и теплообменная аппаратура. Нагревание. Испарение. Конденсация. Охлаждение до обыкновенных температур. Устройство теплообменной аппаратуры. Подбор теплообменников.

4.3. Процессы выпаривания. Физико-химические основы выпаривания. Способы выпаривания. Устройство выпарных аппаратов.

### **Раздел 5. Массообменные процессы.**

**Цели** - формирование комплекса знаний, умений и навыков дать будущим специалистам знания по теоретическим основам массообменных процессов.

**Задачи** - формирование совокупности методологических, методических знаний о проведении научных исследований в области технического состояния массообменных аппаратов.

5.1. Теоретические основы массообменных процессов. Кинематика массопередачи. Материальный баланс массообменных процессов. Основные законы массопередачи. Массопередача с твердой фазой. Движущая сила массообменных процессов.

5.2. Процессы абсорбции. Физические основы абсорбции. Принципиальные схемы абсорбции. Конструкции абсорберов. Расчет абсорберов.

5.3. Процессы перегонки и ректификации. Процессы сушки. Процессы экстракции. Процессы экстрагирования. Процессы адсорбции. Процессы кристаллизации. Мембранные процессы. Теоретические основы процессов. Простая перегонка. Схемы ректификационных установок.

## **Раздел 6. Биохимические процессы.**

**Цели** - формирование комплекса знаний, умений и навыков дать будущим специалистам знания по конструкции биореакторов.

**Задачи** - формирование совокупности методологических, методических знаний о проведении научных исследований в области технического состояния биореакторов.

6.1. Общая характеристика биохимических процессов. Кинетика ферментационных процессов. Массообмен в процессах ферментации.

6.2. Тепловой баланс биореактора для установившегося процесса. Классификация и конструктивные особенности биореакторов.

### **5. Оценочные материалы по дисциплине**

Оценочные материалы по дисциплине представлены в виде фонда оценочных средств.

Приложение к рабочей программе

## **6. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **6.1 Перечень учебно-методического обеспечения по дисциплине**

| № п/п | Автор, название, место издания, издательство, год издания, количество страниц, режим доступа   |
|-------|--|
| 1     | Бобович Б.Б. Процессы и аппараты переработки отходов : учеб.пособие / Б.Б. Бобович. - М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2013. – 286 с.   |
| 2     | Кавецкий Г.Д. Процессы и аппараты пищевой технологии / Г.Д. Кавецкий, В.П. Касьяненко. – М.: КолосС. 2008. – 591 с.  |
| 3     | Плаксин Ю.М. Процессы и аппараты пищевых производств : учеб. для студ. Вузов / Ю.М. Плаксин, Н.Н. Малахов, В.А. Ларин. - 2-е изд., перераб. и доп. – М. : КолосС, 2008. – 759 с. |



## 6.2 Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины

| № п/п                 | Автор, название, место издания, год издания, количество страниц  | Ссылка на учебное издание в ЭБС   |
|-----------------------|--|---|
| <b>Основная:</b>      |  |   |
|                       | Завражнов, А. И. Тенденции развития инженерного обеспечения в сельском хозяйстве / А. И. Завражнов, Л. В. Бобрович. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 688 с. — ISBN 978-5-8114-9654-9.   | URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/198563">https://e.lanbook.com/book/198563</a>          |
|                       | Гордеев, А. С. Моделирование в агроинженерии : учебник / А. С. Гордеев. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 384 с. — ISBN 978-5-8114-1572-4.  | URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/211529">https://e.lanbook.com/book/211529</a>          |
| <b>Дополнительная</b> |  |   |
|                       | Дворецкий С.И., Ермаков А.А., Иванов О.О., Акулинин Е.И. Компьютерное моделирование процессов и аппаратов пищевой, био- и химической технологии в среде FlexPDE: Учеб. пособие / Тамбов: Изд-во Тамб. гос. тех. ун-та, 2006. 72 с.                 | <a href="http://ebs.rgazu.ru/index.php?q=node/756">http://ebs.rgazu.ru/index.php?q=node/756</a> |
|                       | В. Ф. Федоренко, В. И. Горшенин, К. А. Монаенков Современные проблемы науки и производства в агроинженерии : учебник / В. Ф. Федоренко, В. И. Горшенин, К. А. Монаенков [и др.]. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 496 с. — ISBN 978-5-8114-1356-0 | URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/211181">https://e.lanbook.com/book/211181</a>          |

## 6.3 Перечень электронных образовательных ресурсов

| № п/п | Электронный образовательный ресурс  | Доступ в ЭОР (сеть Интернет, локальная сеть, авторизованный/свободный доступ) |
|-------|---|---|
|       | Электронный научно-производственный журнал «АгроЭкоИнфо». ФГУП «ВНИИ Агроэкоинформ». Москва. Режим доступа: | <a href="http://ebs.rgazu.ru/?q=node/118">http://ebs.rgazu.ru/?q=node/118</a> |

## 6.4 Современные профессиональные базы данных, информационные справочные системы и лицензионное программное обеспечение

### Современные профессиональные базы данных

<https://rosstat.gov.ru/> - Федеральная служба государственной статистики.

<https://cyberleninka.ru/> - научная электронная библиотека открытого доступа (Open Access).

<http://link.springer.com/> - полнотекстовая коллекция (база данных) электронных книг издательства Springer Nature.

<http://fcior.edu.ru/> - Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов.

<https://agris.fao.org/agris-search/index.do> - Международная информационная система по сельскохозяйственным наукам и технологиям.

<http://window.edu.ru/> - Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»

### Информационные справочные системы

1. Информационно-справочная система «Гарант». – URL: <https://www.garant.ru/>

2. Информационно-справочная система «Консультант Плюс». – URL: <http://www.consultant.ru/>

3. [www.twirpx.com](http://www.twirpx.com) - Конспекты лекций, учебные пособия, учебники по курсу

4. [pfcop.opitanii.ru](http://pfcop.opitanii.ru) - Российская программа «Здоровое питание - здоровая нация»

5. [www.e-ng.ru](http://www.e-ng.ru) - Информационный портал «Большая Библиотека»

6. [www.edu.ru](http://www.edu.ru) - Федеральный портал «Российское образование»

7. [grainfood.ru](http://grainfood.ru) - Международная промышленная академия. Официальный сайт

8. [lomonosov-msu.ru](http://lomonosov-msu.ru) - Научный портал МГУ

9. [www.dwih.ru](http://www.dwih.ru) - Российский научный портал

10. [sci-innov.ru](http://sci-innov.ru) - Федеральный портал по научной и инновационной деятельности

11. [ito.osu.ru](http://ito.osu.ru) - Программный комплекс «Университетский фонд электронных ресурсов»

12. [elibrary.ru](http://elibrary.ru) - Научная электронная библиотека

### Лицензионное программное обеспечение

Microsoft Office (Access, Excel, PowerPoint, Word и т. д),

OpenOffice, Linux (бесплатное программное обеспечение широкого класса), система дистанционного обучения Moodle ([www.edu.rgazu.ru](http://www.edu.rgazu.ru)),

Вебинар (Adobe Connect v.8, Zomm, Google Meet, Skype, Мираполис), программное обеспечение электронного ресурса сайта, включая ЭБС AgriLib и видеоканал РГАЗУ (<http://www.youtube.com/rgazu>),

антивирусное программное обеспечение Dr. WEB Desktop Security Suite.

## 6.5. Перечень учебных аудиторий, оборудования и технических средств обучения

| Предназначение помещения (аудитории) | Наименование корпуса, № помещения (аудитории) | Перечень оборудования (в т.ч. виртуальные аналоги) и технических средств обучения   |
|--------------------------------------|---|---|
| Для занятий лекционного типа         | Учебно-административный корпус № 201          | Учебно-лабораторный корпус. Каб. 201. Учебная аудитория для проведения лекционных занятий (поточная). Специализированная мебель, набор демонстрационного оборудования проектор BENQ MP61SP, экран на стойке рулонный CONSUL DRAPE R |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | <p>Учебно-административный корпус № 205</p>  | <p>Учебно-лабораторный корпус.<br/>         Каб. 205. Учебная аудитория для занятий лекционного типа, семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы), для проведения групповых консультаций и индивидуальной работы обучающихся с педагогическими работниками, для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации.<br/>         специализированная мебель, набор демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий. Проектор SANYO PLC-XW250 Экран на стойке рулонный SimSCREEN, специализированная мебель, доска меловая, наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий</p>   |
| <p>Для занятий семинарского типа, групповых консультаций, промежуточной аттестации для занятий лекционного типа, семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы), для проведения групповых консультаций и индивидуальной работы обучающихся с педагогическими работниками, для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации.</p> | <p>Читальный зал<br/>         Кабинет №105<br/>         Учебно-административный корпус № 320</p> | <p>Учебно-лабораторный корпус.<br/>         Помещение для самостоятельной работы. Каб. 320. Специализированная мебель, набор демонстрационного оборудования, персональные компьютеры 11 шт. Выход в интернет, доступ в электронную информационно-образовательную среду университета<br/>         Учебно-лабораторный корпус.<br/>         Помещение для самостоятельной работы. Каб. 320. Специализированная мебель, набор демонстрационного оборудования, персональные компьютеры 11 шт. Выход в интернет, доступ в электронную информационно-образовательную среду университета<br/>         Учебно-административный корпус.<br/>         Каб. 105. Учебная аудитория для учебных занятий обучающихся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ.<br/>         Специализированная мебель, набор демонстрационного оборудования. Автоматизированное рабочее место для инвалидов-колясочников с коррекционной техникой и индукционной системой ЭлСис 290; Автоматизированное рабочее место для слабовидящих и незрячих пользователей со стационарным видеоувеличителем ЭлСис 29 ON; Автоматизированное рабочее место для слабовидящих и незрячих пользователей с портативным видеоувеличителем ЭлСис 207 CF; Автоматизированное рабочее место для слабовидящих и незрячих пользователей с читающей машиной ЭлСис 207 CN; Аппаратный комплекс с функцией видеоувеличения и чтения для слабовидящих и незрячих пользователей ЭлСис 207 OS.</p> |

**Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский государственный аграрный заочный университет»**

**Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной  
аттестации обучающихся по дисциплине**

## **Процессы и аппараты пищевых производств**

Направление подготовки 19.03.01 **Биотехнология**

Направленность (профиль) программы **Биотехнология пищевых  
производств**

Квалификация **бакалавр**

Форма обучения **очная**

Балашиха 2022г.

### 1. Описание показателей и критериев оценивания планируемых результатов обучения по учебной дисциплине

| Компетенций  | Индикатор сформированности компетенций   | Уровень освоения*                           | Планируемые результаты обучения   | Наименование оценочного средства       |
|--|--|---|---|--|
| <p>ОПК-4Способность проектировать отдельные элементы технических и технологических систем, технических объектов, технологических процессов биотехнологического производства на основе применения базовых инженерных и технологических знаний</p> | <p><b>Знать (З):</b>Общие принципы конструирования и расчета аппаратов пищевых производств<br/> <b>Уметь (У):</b>Самостоятельно изучать конструкции аппаратов, анализировать их достоинства и недостатки, давать им сравнительную оценку; составлять технические задания на проектирование и проектировать аппараты различного назначения, их агрегаты и системы.<br/> <b>Владеть (В):</b>Навыками конструирования узлов и агрегатов аппаратов, творческого обобщения полученных знаний, конкретного и объективного изложения своих знаний в</p> | <p><b>Пороговый (удовлетворительно)</b></p> | <p><b>знать:</b><br/>                     - Знает основные понятия и современные принципы конструкции аппаратов пищевых производств; не знает классификацию пищевых процессов<br/> <b>уметь:</b><br/>                     - Умеет работать с технической и нормативной документацией; определять основные размеры аппаратов<br/> <b>владеть:</b><br/>                     - Владеет общими принципами расчета машин и аппаратов пищевых производств, но допускает ошибки при решении практических задач</p>   | <p>Практическая работа<br/>Экзамен</p> |
|  | <p><b>Владеть (В):</b>Навыками конструирования узлов и агрегатов аппаратов, творческого обобщения полученных знаний, конкретного и объективного изложения своих знаний в</p>   | <p><b>Продвинутый (хорошо)</b></p>          | <p><b>Знает твердо:</b><br/>                     - Знает классификацию основных процессов пищевой технологии, основные конструкционные материалы, основные уравнения гидростатики, классификацию неоднородных систем, но допускает ошибки при решении практических задач<br/> <b>Умеет уверенно:</b><br/>                     - Умеет работать с технической и нормативной документацией, рассчитывать режимы движения жидкости, потери напора на местных сопротивлениях, но ошибается при решении практических задач<br/> <b>Владеет уверенно:</b></p> |  |

|  |  |                                 |  |  |
|--|--|---------------------------------|--|--|
|  | <p>письменной и устной форме, черчения и разработки спецификации к сборочным узлам и агрегатам, зарисовки и оформления результатов работы.</p> |                                 | <p>- Владеет общими принципами расчета машин и аппаратов пищевых производств, методами определения параметров измельчения, перемешивания, но допускает ошибки в процессе решения практических задач</p>  |  |
|  |  | <p><b>Высокий (отлично)</b></p> | <p><b>Имеет сформировавшееся систематические знания:</b><br/>         - Знает классификацию основных процессов пищевой технологии, основные конструкционные материалы, основные уравнения гидростатики, классификацию неоднородных систем, режимы движения жидкости, законы ламинарного движения, классификацию насосов, виды фильтрования, устройство мембранных аппаратов, устройство теплообменной аппаратуры, способы выпаривания, основные законы массопередачи.</p> <p><b>Имеет сформировавшееся систематическое умение:</b><br/>         Умеет работать с технической и нормативной документацией; проводить расчет теплообменных аппаратов, трубопроводов, фильтровального оборудования, определять режимы движения жидкости, основные параметры насосов для решения практических задач</p> <p><b>Показал сформировавшееся систематическое владение:</b><br/>         Владеет общими принципами расчета машин и аппаратов пищевых производств и методами определения их основных параметров.</p> |  |

## 2. Описание шкал оценивания

### 2.1 Шкала оценивания на этапе текущего контроля

| Форма текущего контроля       | Отсутствие усвоения (ниже порогового)*          | Пороговый (удовлетворительно)          | Продвинутый (хорошо)                     | Высокий (отлично)             |
|-------------------------------|---|--|--|-------------------------------|
| Выполнение контрольной работы | не выполнена или все задания решены неправильно | Решено более 50% задания, но менее 70% | Решено более 70% задания, но есть ошибки | все задания решены без ошибок |
|                               |   |  |  |                               |

### 2.2 Шкала оценивания на этапе промежуточной аттестации (зачет и экзамен, курсовая работа)

| Форма промежуточной аттестации                               | Отсутствие усвоения (ниже порогового)   | Пороговый (удовлетворительно)  | Продвинутый (хорошо)   | Высокий (отлично)  |
|--|---|--|--|--|
| Выполнение итоговых тестов (не менее 15 вопросов на вариант) | Менее 51%   | 51-79%   | 80-90%   | 91% и более  |
| Выполнение курсовой работы                                   | не показал умение собирать и систематизировать информацию из теоретических источников, анализировать практический материал, не овладел методикой исследования, не | показал умение собирать информацию из теоретических источников, анализировать практический материал для иллюстраций теоретических положений, недостаточно овладел методикой исследования, не проявил творческий подход и самостоятельность в анализе, обобщениях и выводах, не | показал умение собирать и систематизировать информацию из теоретических источников, анализировать и грамотно использовать практический материал для иллюстраций теоретических положений, проявил | показал умение собирать и систематизировать информацию из теоретических источников, анализировать и грамотно использовать практический материал для иллюстраций теоретических положений, проявил творческий подход и самостоятельность в анализе, обобщениях и |

|  |  |  |   |  |
|--|--|--|---|--|
|  | <p>проявил творческий подход и самостоятельность в анализе, обобщениях и выводах, не аргументировал предложения, не соблюдал все требования к оформлению курсовой работы и сроков ее исполнения.</p> | <p>аргументировал предложения, не соблюдал все требования к оформлению курсовой работы и сроков ее исполнения.</p> | <p>творческий подход и самостоятельность в анализе, недостаточно аргументировал выводы и предложения, не соблюдал все требования к оформлению курсовой работы и сроков ее исполнения.</p> | <p>выводах, аргументировал предложения, соблюдал все требования к оформлению курсовой работы и сроков ее исполнения.</p> |
|--|--|--|---|--|



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

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ**

**Задача 1.** Определить скорость осаждения, поверхность осаждения и диаметр отстойника для непрерывной очистки сточных вод, содержащих токсичные твердые отходы некоторых биопродуктов. Производительность отстойника  $G_n$ , массовая доля твердой фазы в начальной суспензии  $\bar{X}_c$ , в сгущенной суспензии (шламе)  $\bar{X}_o$ . Диаметр наименьших частиц, подлежащих осаждению  $d$ . Температура суспензии  $T$ . Плотность твердой фазы в суспензии  $\rho_T$ . Привести схему аппарата, описать его устройство и работу.

**Таблица 1. Исходные данные к задаче 1**

| № строки | Параметр                     | Значение параметра |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----------|------------------------------|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|          |                              | а                  | б    | в    | г    | д    | е    | ж    | з    | и    | к    |
|          |                              | л                  | м    | н    | о    | п    | р    | с    | т    | у    | ш    |
| 1        | $G_n$ , т / ч                | 25                 | 30   | 35   | 40   | 45   | 50   | 55   | 60   | 65   | 70   |
| 2        | $T$ , °С                     | 12                 | 14   | 16   | 18   | 20   | 22   | 24   | 26   | 30   | 32   |
| 3        | $\rho_T$ , кг/м <sup>3</sup> | 1600               | 1700 | 1800 | 1900 | 2000 | 1600 | 1700 | 1800 | 1900 | 2000 |
| 4        | $\bar{X}_c$ , %              | 6                  | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | 13   | 14   | 15   |
| 5        | $\bar{X}_o$ , %              | 40                 | 45   | 50   | 55   | 60   | 40   | 65   | 70   | 55   | 62   |
| 6        | $d$ , мкм                    | 50                 | 60   | 70   | 80   | 90   | 100  | 40   | 35   | 55   | 65   |

**Задача 2.** Определить требуемую установочную мощность электродвигателя для нормализованной мешалки заданного типа. Мешалка установлена в биохимическом реакторе без перегородок с шероховатыми стенками. Диаметр аппарата  $D$ . Реакционная среда с уровнем, соответствующим диаметру аппарата, имеет плотность  $\rho$  и вязкость  $\mu$ . Частота вращения мешалки  $n$ , КПД привода мешалки  $h = 0,95$ . Привести схему аппарата с мешалкой заданного типа и описать область применения.

**Таблица 2. Исходные данные к задаче 2**

| № строки | Параметр                   | Значение параметра |              |                             |                            |                            |                      |               |              |                             |                            |
|----------|----------------------------|--------------------|--------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------|---------------|--------------|-----------------------------|----------------------------|
|          |                            | а                  | б            | в                           | г                          | д                          | е                    | ж             | з            | и                           | к                          |
|          |                            | л                  | м            | н                           | о                          | п                          | р                    | с             | т            | у                           | ш                          |
| 1        | $D$ , м                    | 1,2                | 1,3          | 1,4                         | 1,5                        | 1,6                        | 1,7                  | 1,8           | 1,9          | 2,0                         | 2,2                        |
| 2        | $\rho$ , кг/м <sup>3</sup> | 1050               | 1100         | 1150                        | 1200                       | 1250                       | 1300                 | 1350          | 1400         | 1450                        | 1500                       |
| 3        | $n$ , с-1                  | 1,7                | 3,5          | 2,5                         | 1,4                        | 10,0                       | 3,3                  | 2,0           | 12,6         | 4,0                         | 3,5                        |
| 4        | $\mu$ , Па с               | 0,05               | 0,10         | 0,15                        | 0,20                       | 0,25                       | 0,30                 | 0,35          | 0,40         | 0,45                        | 0,5                        |
| 5        | Тип мешалки                | Двухлопастная      | Пропеллерная | Турбинная открытая с 6 лоп. | Турбинная открытая с 8 лоп | Турбинная закрытая с 6 лоп | Дисковая с 6 лопками | Двухлопастная | Пропеллерная | Турбинная открытая с 6 лоп. | Турбинная открытая с 8 лоп |

**Задача 3.** Жидкий биопродукт с плотностью  $\rho$  подается центробежным насосом из емкости для хранения в технологический аппарат непрерывного действия для проведения некоторого процесса. Производительность аппарата по исходному продукту  $G$ .

Расстояние между емкостью и аппаратом по вертикали равно  $H$ . Трубопровод длиной  $L$  выполнен из гидравлически гладких труб из нержавеющей стали с толщиной стенки  $3$  мм и диаметром  $d$ . На указанной длине трубопровода смонтированы  $n_1$  прямоугольных отводов радиусом  $R$ ,  $n_2$  прямооточных вентилей и одна диафрагма для измерения расхода с диаметром отверстия  $0,5 d$ .

Определить мощность, потребляемую насосом, если давление в технологическом аппарате  $p$ , вязкость среды  $\mu$ , а коэффициент полезного действия насоса  $h$ . Привести схему технологической установки с трубопроводом.

**Таблица 3. Исходные данные к задаче 3**

| № строки | Параметр                   | Значение параметра |       |       |       |       |       |       |       |       |      |
|----------|----------------------------|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
|          |                            | а                  | б     | в     | г     | д     | е     | ж     | з     | и     | к    |
|          |                            | л                  | м     | н     | о     | п     | р     | с     | т     | у     | ш    |
| 1        | $G$ , т/час                | 5                  | 10    | 15    | 20    | 25    | 30    | 35    | 40    | 45    | 50   |
| 2        | $H$ , м                    | 10                 | 12    | 14    | 16    | 18    | 20    | 22    | 24    | 26    | 28   |
| 3        | $L$ , м                    | 50                 | 60    | 70    | 80    | 90    | 100   | 110   | 120   | 130   | 140  |
| 4        | $d$ , мм                   | 32                 | 34    | 36    | 38    | 40    | 42    | 45    | 48    | 50    | 53   |
| 5        | $n_1$                      | 5                  | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 13    | 14   |
| 6        | $n_2$                      | 3                  | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12   |
| 7        | $R$ , мм                   | 100                | 120   | 140   | 160   | 180   | 200   | 220   | 240   | 260   | 280  |
| 8        | $p$ , МПа                  | 0,1                | 0,2   | 0,3   | 0,4   | 0,5   | 0,6   | 0,7   | 0,8   | 0,9   | 1,0  |
| 9        | $\rho$ , кг/м <sup>3</sup> | 1100               | 1200  | 1300  | 1400  | 1500  | 1100  | 1200  | 1300  | 1400  | 1500 |
| 10       | $h$                        | 0,4                | 0,5   | 0,6   | 0,7   | 0,4   | 0,5   | 0,6   | 0,7   | 0,6   | 0,5  |
| 11       | $\mu$ , Па с               | 0,001              | 0,002 | 0,003 | 0,004 | 0,005 | 0,006 | 0,007 | 0,008 | 0,009 | 0,01 |

### Вопросы тестового контроля знаний студентов

*Укажите номер правильного ответа*

#### Тесты для проверки знаний (ОПК-4)

- Что такое равновесное состояние системы?
  - Состояние, в котором равны силы, побуждающие и тормозящие процесс.
  - Состояние, когда отсутствуют изменения параметров системы во времени.
  - Состояние, когда никакие процессы в системе не происходят.
- Для каких целей в теории процессов и аппаратов пищевых производств используется принцип ЛеШателье?
  - Для правильной организации равновесных состояний в различных системах
  - Для определения числа независимо изменяющихся параметров систем
  - Для сознательной организации рабочего процесса в машинах и аппаратах
- Чем различаются ньютоновские и неньютоновские жидкие среды?
  - Вязкостью.
  - Сжимаемостью.
  - Поверхностным натяжением.
- Для чего используется классификация типов дробления по степени дробления?
  - Для упорядочения представлений о мелкости материалов.
  - Для классификации дробилок.
  - Для расчетов затрат энергии на дробление.
- За счет каких сил материал движется в открытом канале шнека в направлении повышающегося давления?
  - За счет трения материала о шнек.
  - За счет трения материала о корпус.

- 3) За счет различия сил трения материала о корпус и шнек при высокой общей вязкости материала.
6. Что называют процессом аспирации?
- 1) Обеспыливание.
  - 2) Пневмотранспортирование сыпучих продуктов.
  - 3) Пневматическое разделение продуктов.
7. В результате каких процессов происходит пастеризация?
- 1) В результате ускорения движения микроорганизмов.
  - 2) В результате соударений микроорганизмов с молекулами продукта.
  - 3) В результате контакта микроорганизмов между собой.
8. Почему детонационный комплекс всегда движется со сверхзвуковой скоростью?
- 1) Потому что горение – очень быстрый процесс.
  - 2) Потому что фронт детонационного комплекса является ударной волной, а ударная волна всегда движется быстрее звука.
  - 3) Потому что он всегда ускоряется и непременно достигает высоких скоростей.
9. Излучение каких длин волн быстрее прогреет пищевой продукт?
- 1) Инфракрасное.
  - 2) Сверхвысокочастотное (СВЧ).
  - 3) Ультрафиолетовое.
10. Что такое температурная депрессия?
- 1) Увеличение температуры кипения.
  - 2) Замедление реагирования процесса испарения на изменение температуры.
  - 3) Замедление выпаривания при повышении температуры выше некоторого предел
11. К какой группе требований относится необходимость унификации элементов технологического оборудования?
- 1) Технологической.
  - 2) Конструктивной.
  - 3) Энергетической.
12. Для всех ли процессов пищевых производств может применяться феноменологический метод исследований?
- 1) Для всех.
  - 2) Только для тех, которые описываются феноменологическими зависимостями.
  - 3) Только для процессов тепло- и массопереноса.
13. По какому признаку классифицируются процессы пищевых производств при их изучении?
- 1) По общности научных дисциплин, предметом изучения которых они являются.
  - 2) По перерабатываемым продуктам.
  - 3) По численным значениям критериев подобия.
14. Почему не делают и не стандартизируют машины и аппараты, удовлетворяющие всем показателям оптимизации и всем возможным требованиям к ним?
- 1) Потому что такой аппарат слишком дорогой.
  - 2) Потому что удовлетворить всем требованиям невозможно.
  - 3) Потому что аппараты развиваются быстрее, чем успевают составлять справочники.
15. Для чего нужна типовая классификация машин и аппаратов пищевых производств?
- 1) Для создания единой методической базы.
  - 2) Для разработки частных классификаций.
  - 3) Для обеспечения их полноты.
16. Какой технологический прием используется для устранения неблагоприятного влияния вязкоупругого поведения теста на форму изделий?
- 1) Уменьшение времени релаксации нагреванием.
  - 2) Прикладывание большего усилия, чем требуется для деформирования на

заданную величину.

3) Выдержка материала в матрице штампа под давлением.

17. Нужно ли увеличивать производительность самосортирования сыпучей смеси по размерам?

1) Не нужно, т.к. это не увеличивает производительности процесса в целом.

2) Нужно, т.к. это основной фактор увеличения производительности просеивания.

3) Нужно до тех пор, пока другие факторы не станут определяющими для процесса просеивания в целом.

18. Какой режимный параметр центробежной форсунки надо изменить, чтобы повлиять на расход жидкости через нее?

1) Температуру жидкости.

2) Перепад давлений на входном отверстии.

3) Перепад давлений на форсунке в целом.

19. Какая технологическая схема теплообменника обеспечит меньшую площадь теплообмена?

1) Прямоточная.

2) Противоточная.

3) С поперечным током теплоносителей.

20. Для чего у центральной греющей трубки кожухотрубного выпарного аппарата увеличивают диаметр?

1) Для более полного заполнения поперечного сечения аппарата греющими трубками.

2) Для организации циркуляции выпариваемого раствора.

3) Для уменьшения гидравлического сопротивления в процессе циркуляции греющего продукта.

21. Относится ли к прерогативе системного подхода изучение закономерностей функционирования технологической линии из двух аппаратов?

1) Да.

2) Нет.

3) Относится, если процессы в этих аппаратах различны по физическому содержанию.

22. К каким поверхностям шнекового пресса предъявляются особые требования по чистоте обработки?

1) Корпус должен быть гладким а шнек шероховатым.

2) Шнек должен быть гладким, а корпус шероховатым.

3) Шнек и корпус должны иметь одинаково высокую чистоту обработки.

23. Чему равен номер капронового сита?

1) Числу отверстий, приходящихся на 1 см нити.

2) Числу отверстий на 1 дюйм длины нити.

3) Длине стороны квадратных отверстий в мкм.

24. Почему на мелькомбинатах широко применяют вальцовые мельничные станки?

1) Для унификации оборудования.

2) Потому у что они легко регулируются по зазору.

3) Потому что основной их регулировочный параметр – межвальцовый зазор – хорошо регулирует все контролируемые параметры мельницы.

25. Почему отходящие газы котельной на выходе из дымовой трубы часто принимают белый цвет, хотя на некотором расстоянии после выхода из трубы они прозрачны?

1) Дым подкрашивается веществами, входящими в его состав, но процесс подкрашивания требует времени и потому он становится белым не сразу.

2) На некотором расстоянии от выхода трубы прозрачный водяной пар охлаждается и из него выпадают капли воды, имеющие белый цвет.

26. По какому параметру определяют является ли тепловое излучение проникающим в глубину нагреваемого изделия?

- 1) По интенсивности излучения.
- 2) По температуре нагреваемого изделия.
- 3) По частоте падающего на изделие излучения.

27. Если выяснено, что производительность выпарной установки занижена по причине чрезмерной вязкости продукта в последнем корпусе, какие мероприятия можно предложить для увеличения производительности?

- 1) Увеличить вакуум.
- 2) Увеличить температуру греющего пара.
- 3) Изменить схему включения корпусов установки на обратную, т.е. исходный раствор подавать в последний корпус, а сгущенный продукт отбирать из первого.

28. Чем ограничивается продолжительность непрерывной работы выпарного аппарата?

- 1) Отложением накипи на внутренней поверхности нагревательных трубок.
- 2) Сквозными прогарами нагревательных трубок
- 3) Накоплением грязевых отложений в кожухотрубной полости

29. От каких параметров аппарата зависит необходимое число единиц переносов для полного протекания процесса?

- 1) От наклона рабочей линии
- 2) От близости расположения рабочей и равновесной линий и заданных пределов изменения концентраций
- 3) От физической природы компонентов, характеризуемой расположением линии фазового равновесия

30. Почему в инфракрасной сушилке горящие газовые факела направлены не на продукт, а на керамическую стенку?

- 1) Чтобы продукт не подгорел.
  - 2) Чтобы разогреть именно керамический слой как источник инфракрасного излучения
  - 3) Чтобы уменьшить насыщение продукта вредными веществами горения газа
- Укажите один вариант ответа

31. Если результативность аппарата (машины) может характеризоваться несколькими параметрами, какие из них могут быть использованы при написании феноменологических уравнений, описывающих процесс в них?

- 1) Любые.
- 2) Только те, которые характеризуют основное назначение аппарата.
- 3) Только те, которые характеризуют рассчитываемые параметры аппарата.

32. Почему в валковой мельнице нельзя применить валки малого диаметра (20...50 мм)?

- 1) Не обеспечится жесткость вала.
- 2) Не обеспечится затягивание зерна в рабочую зону.
- 3) Не обеспечится равномерность межвалкового зазора по длине вала.

33. Каким приемом в валковой мельнице ко всем другим деформациям добавить деформацию истирания?

- 1) Установить рифленые валки.
- 2) Установить гладкие валки.
- 3) Задать разную окружную скорость вращения гладких валков.

34. Какой технологический прием используют в маслоотжимном прессе для раскрытия капилляров, через которые оттекает масло, закрывшихся под действием давления?

- 1) Перемешивание продукта.
- 2) Кратковременное уменьшение давления.

- 3) Нагревание корпуса.
35. Для чего применяют связующие материалы при штамповании?
- 1) Для разжижения материалов и лучшего заполнения форм матриц и пуансонов.
  - 2) Для образования межмолекулярных связей на границах сдавливаемых частиц.
  - 3) Для образования адгезионных связей частиц
36. Что надо сделать, чтобы перевести шнековый пресс в режим работы смесителя?
- 1) Убрать матрицу.
  - 2) До предела уменьшить отверстие матрицы.
  - 3) Увеличить частоту вращения шнека.
37. Как получают пенный режим течения продуктов в массообменных аппаратах?
- 1) Увеличивают скорость течения газа в режиме барботажа.
  - 2) Уменьшают высоту уровня жидкости на барботажных тарелках.
  - 3) Проводят оба мероприятия одновременно.
38. Чем характеризуется режим захлебывания течения?
- 1) Достижением слишком высокого уровня заливки жидкости в колонну скруббера.
  - 2) Выбросом через верх всей жидкости из скруббера.
  - 3) Чрезмерно большим расходом жидкости через скруббер, препятствующим входу в него газа.
39. Почему при сушке целесообразно чередовать воздействие на изделие высокой и низкой температур?
- 1) Для возвращения к периферии изделия влаги, ушедшей от нее в процессе термодиффузии.
  - 2) Для предотвращения подгорания поверхности.
  - 3) Для интенсификации сушки.
40. Каково назначение инертных тел в сушилке в сушилке с псевдооживленным слоем инертных тел?
- 1) Слой крупных инертных тел переходит в псевдооживленное состояние при меньших скоростях сушильного агента, и это надежнее обеспечивает режим сушки с псевдооживлением.
  - 2) Они обеспечивают кондуктивный режим сушки на поверхности инертных тел.
  - 3) Они являются основой, на которую распыляется жидкий высушиваемый продукт

### **Перечень вопросов для промежуточной аттестации**

1. Назовите основные классы биотехнологических процессов.
2. В чем существо универсального способа побуждения сложных процессов протеканию в требуемом направлении?
3. Что понимают под обобщенной действующей силой процесса?
4. Приведите примеры обобщенных действующих сил для двух-трех выбранных вами процессов или физических явлений.
5. Как называется и в чем существо основного метода, используемого при изучении процессов пищевых производств?
6. Что такое феноменологический коэффициент? Приведите примеры других названий феноменологических коэффициентов в выбранных вами процессах и явлениях.
7. С какой целью применяют измельчение твердых материалов в промышленности?
8. На какие виды подразделяется измельчение в зависимости от начальных и конечных размеров наибольших кусков материала?
9. Чем характеризуется процесс измельчения?
10. Какими методами производится измельчение твердых материалов?
11. Какие схемы измельчения применяют в биотехнологической и пищевой промышленности?
12. От каких характеристик измельчаемых материалов зависит работа,

затрачиваемая на измельчение, и на что она расходуется?

13. В чем физический смысл уравнений Навье-Стокса?
14. В чем физический смысл уравнения неразрывности потока?
15. Что такое «гидростатическое давление»? Как строится его эпюра для сосуда произвольной формы?
16. Какие законы определяют содержание гидростатики?
17. Запишите основное уравнение гидростатики.
18. Запишите дифференциальное уравнение равновесия жидкости (уравнение Л. Эйлера).
19. Какие движения описывает уравнение Эйлера, а какие – уравнения Навье - Стокса?
20. Назовите признаки, которые лежат в основе классификации неоднородных систем.
21. Какие вы знаете неоднородные системы?
22. Перечислите методы разделения неоднородных систем.
23. Каким показателем можно охарактеризовать качество разделения?
24. Какие критерии гидродинамического подобия характеризуют процесс осаждения?
25. При каких режимах может происходить процесс осаждения?
26. Как зависит скорость осаждения от вязкости дисперсионной фазы и плотности дисперсной?
27. Какое уравнение описывает процесс осаждения при ламинарном режиме?
28. Какие силы и критерии подобия характеризуют процесс фильтрования?
29. Перечислите параметры, определяющие значения скорости фильтрования.

### **Перечень экзаменационных вопросов**

1. Классификация пищевых процессов
2. Принцип ЛеШателье
3. Правило фаз Гиббса
4. Материальный баланс
5. Энергетический баланс
6. Кинетические закономерности и феноменологический метод
7. Модельный метод и теория подобия
8. Метод анализа размерностей
9. Теоремы подобия
10. Основные критерии подобия гидромеханических, тепловых и массообменных процессов.
11. Метод анализа размерностей
12. Принципы расчета процессов и аппаратов
13. Вязкость сред. Закон вязкого течения Ньютона.
14. Классификация сред в зависимости от реологического поведения при

сдвигомнагружении и вида кривой течения

15. Поверхностное натяжение
16. Основные физико-химические и теплофизические свойства сред.
17. Виды измельчения биологических материалов
18. Способы дробления материалов
19. Затраты энергии на дробление
20. Требования к дробилкам
21. Классификация процессов резания
22. Работа в процессе резания. Пути снижения затрат энергии на процесс резания.
23. Неоднородные системы. Виды неоднородных систем.
24. Методы разделения неоднородных систем
25. Материальный баланс процессов разделения неоднородных систем
26. Кинетика осаждения
27. Кинетика фильтрования
28. Псевдооживление
29. Теоретические основы мембранных технологий разделения
30. Обратноосмотическое разделение
31. Расчетные соотношения и понятия мембранных процессов разделения
32. Ультрафильтрация
33. Устройство мембранных аппаратов. Методы создания полупроницаемых мембран.
34. Основные сведения о процессах перемешивания жидких и сыпучих смесей
35. Расчет энергозатрат на процессы перемешивания жидких и сыпучих смесей
36. Общие сведения о теплообменных процессах
37. Теплопроводность
38. Общие сведения о теплообмене тепловым излучением
39. Закон Стефана-Больцмана
40. Закон Кирхгофа
41. Закон Ламберта
42. Лучистый теплообмен
43. Общие сведения о конвективном теплообмене



44. Основной закон теплоотдачи (закон Ньютона)
45. Дифференциальное уравнение конвективного переноса тепла (Закон Фурье-Кирхгофа)
46. Уравнение подобия конвективного переноса тепла
47. Тепловое подобие
48. Сложный теплообмен. Конвекция + тепловое излучение.
49. Сложный теплообмен. Теплопередача.
50. Движущая сила тепловых процессов. Прямоточная и противоточная схема теплообмена.
51. Расчет коэффициентов теплоотдачи рекуперативных теплообменников
52. Выпаривание. Физико-химические основы процесса.
53. Выпаривание. Технические процессы выпаривания растворов.
54. Многократное выпаривание.
55. Общие сведения о массообменных процессах
56. Способы выражения концентраций
57. Кинетика массопередачи
58. Материальный баланс массообменных процессов
59. Движущая сила массообменных процессов
60. Кристаллизация. Пересыщение растворов
61. Управление процессом кристаллизации
62. Материальные балансы процесса кристаллизации
63. Тепловой баланс процесса кристаллизации
64. Растворение
65. Общие сведения о процессе сушки
66. Равновесие в процессах сушки
67. Материальный и тепловой балансы сушки
68. Диаграмма состояния влажного воздуха
69. Процессы изменения состояния воздуха
70. Рабочие линии процессов сушки
71. Классификация и основные свойства жидкостей
72. Виды покоя жидкостей

73. Гидростатическое давление
74. Основное уравнение гидростатики
75. Гидравлика. Закон Паскаля
76. Режимы течения жидкостей
77. Уравнение неразрывности потока жидкости
78. Уравнение Бернулли для идеальной жидкости
79. Уравнение Бернулли для реальной жидкости
80. Гидравлическое сопротивление в трубопроводах и аппаратах