
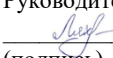




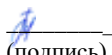
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**Дальневосточный федеральный университет**  
(ДВФУ)  
**ПЕРЕДОВАЯ ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**  
**«ИНСТИТУТ БИОТЕХНОЛОГИЙ, БИОИНЖЕНЕРИИ И ПИЩЕВЫХ СИСТЕМ»**

СОГЛАСОВАНО  
Научный руководитель ОП

  
(подпись) О.М. Сон  
(ФИО)

Руководитель ОП  
  
(подпись) В.А. Лях  
(ФИО)

УТВЕРЖДАЮ  
Директор Передовой инженерной школы «Институт  
биотехнологий, биоинженерии и пищевых систем»

  
(подпись) Л.А. Текутьева  
(И.О. Фамилия)

« 3 » ноября 2022 г.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Процессы и аппараты биотехнологии»**  
Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология  
профиль «Пищевая биотехнология»

Форма подготовки очная

Передовая инженерная школа  
«Институт биотехнологий, биоинженерии и пищевых систем»  
Департамент пищевых наук и технологий  
Курс   3  , семестр   6    
Лекции –  18  час.  
Практические занятия –  36  час.  
Лабораторные работы –  36  час.  
Самостоятельная работа –  72  час.  
Всего часов –  180  час.  
Всего часов аудиторной нагрузки –  90  час.  
Контрольные работы – не предусмотрены  
Зачет –    семестр  
Курсовой проект –  6  семестр  
Экзамен –  6  семестр

УМКД составлен в соответствии с требованиями образовательного стандарта, самостоятельно устанавливаемого ДВФУ, утвержденного приказом ректора от 22.03.2017 г. №12-13-485

УМКД обсуждена на заседании Департамента пищевых наук и технологий, протокол № 1 от «  3  »  10  2022г.  
Директор Департамента пищевых наук и технологий Т.А. Ершова

Владивосток  
2022

## АННОТАЦИЯ

учебно-методического комплекса дисциплины  
«Процессы и аппараты биотехнологии»  
Направление подготовки: 19.03.01 Биотехнология  
Образовательная программа: «Пищевая биотехнология»

Учебно-методический комплекс дисциплины «Процессы и аппараты биотехнологии» разработан для студентов 3 курса по направлению 19.03.01 «Биотехнология» профиль подготовки «Пищевая биотехнология» в соответствии с требованиями ОС ВО по данному направлению и положением об учебно-методических комплексах дисциплин образовательных программ высшего профессионального образования (утверждено приказом и.о. ректора ДВФУ от 17.04.2012 № 12-13-87).

Дисциплина «Процессы и аппараты биотехнологии» входит в вариативную часть учебного плана.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 часов. Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (18 часов), лабораторные занятия (36 часов), практические занятия (0 часов), самостоятельная работа студента (90 час). Дисциплина реализуется на 3 курсе в 6 семестре.

Содержание дисциплины охватывает следующий круг вопросов:

- основы протекания технологических процессов биотехнологии;
- классификация, назначение и область применения современных аппаратов в отдельных технологических процессах биотехнологии;
- методы расчетов технологических процессов и аппаратов биотехнологии;

Дисциплина «Процессы и аппараты биотехнологии» логически и содержательно связана с такими курсами, как «Физика», «Общая и неорганическая химия», «Основы биотехнологии» и др.

Дисциплина направлена на формирование профессиональных компетенций.

Учебно-методический комплекс включает в себя:

- рабочую программу учебной дисциплины;
- учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся (приложение 1);
- фонд оценочных средств (приложение 2).




МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДВФУ)

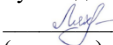
---

---

**ПЕРЕДОВАЯ ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА  
«ИНСТИТУТ БИОТЕХНОЛОГИЙ, БИОИНЖЕНЕРИИ И ПИЩЕВЫХ СИСТЕМ»**


СОГЛАСОВАНО  
Научный руководитель ОП

 О.М. Сон  
(подпись) (ФИО)

Руководитель ОП  
 В.А. Лях  
(подпись) (ФИО)

УТВЕРЖДАЮ

Директор Передовой инженерной школы «Институт  
биотехнологий, биоинженерии и пищевых систем»

 Л.А. Текутьева  
(подпись) (И.О. Фамилия)

« 3 » ноября 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (РПУД)**

**«Процессы и аппараты биотехнологии»**

Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология

Профиль «Пищевая биотехнология»

**Форма подготовки очная**

Курс 3 семестр 6

лекции 18 час.

практические занятия 36 час.

всего аудиторных часов нагрузки: 90 час.

самостоятельная работа: 72 час.

реферативные работы 6 час.

контрольные работы

зачет -

экзамен – 6 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта самостоятельно устанавливаемого ДВФУ, утвержденного приказом ректора от 22.03.2017 №113-485

Рабочая программа обсуждена на заседании Департамента пищевых наук и технологий, протокол № 1 от « 3 » 10 2022 г.

Директор Департамента Т.А. Ершова

Владивосток

2022

**Оборотная сторона титульного листа РПУД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Директор Департамента \_\_\_\_\_

(подпись)

(И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Директор Департамента \_\_\_\_\_

(подпись)

(И.О. Фамилия)

## **АННОТАЦИЯ КУРСА ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Дисциплина «Процессы и аппараты биотехнологии» включена в состав базовой части дисциплин Б1.Б.07.04 цикла основной образовательной программы подготовки бакалавров направления 19.03.01 специализации «Пищевая биотехнология».

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет четыре зачетных единицы (180 академических часа).

Освоение дисциплины осуществляется параллельно и тесно связано с изучением дисциплин: «Физика», «Общая и неорганическая химия», «Основы биотехнологии» и др.

*Целью изучения дисциплины* овладение студентами знаниями научных и практических основ протекания технологических процессов биотехнологии, и применения современных аппаратов в отдельных технологических процессах биотехнологии.

*Задачи дисциплины:*

- расширить и углубить знания о научных основах и технологических процессах биотехнологии;
- изучение классификации, назначения, принципа действия и устройства аппаратов в отдельных технологических процессах биотехнологии;
- овладение методами расчетов технологических процессов и аппаратов биотехнологии;

Для успешного изучения дисциплины «Процессы и аппараты биотехнологии» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

ОПК – 2 способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;

ОПК – 3 способностью использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы;

ОПК – 7 способностью находить и оценивать новые технологические решения, внедрять результаты биотехнологических исследований и разработок;

ПК – 1 способностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции;

ПК – 3 готовностью оценивать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения;

ПК – 4 способностью обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие профессиональные элементы компетенции

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК – 2 способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Знает	общие представления о процессах и аппаратах биотехнологии, их классификации, а также движущей силе процессов
	Умеет	применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для расчета процессов биотехнологии
	Владеет	теоретическими основами расчета тепловых и массообменных процессов
ОПК – 3 способностью использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы	Знает	назначение, область применения, классификацию современных аппаратов в отдельных технологических процессах биотехнологии
	Умеет	выбирать оптимальные технологические режимы и наиболее рациональные типы аппаратов
	Владеет	методами простых расчетов параметров биотехнологических процессов и оборудования

ОПК – 7 способностью находить и оценивать новые технологические решения, внедрять результаты биотехнологических исследований и разработок	Знает	научные основы протекания технологических процессов
	Умеет	выбирать и проектировать отдельные аппараты в технологической линии, а также подтверждать расчетами правильность выбранного решения
	Владеет	методами расчетов нестационарных технологических процессов биотехнологии и прочностных расчетов соответствующих аппаратов
ПК – 1 способностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции	Знает	общие теоретические закономерности гидромеханических, тепло-массообменных процессов
	Умеет	использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции
	Владеет	навыками использования современного лабораторного оборудования и приборов, и программного обеспечения
ПК – 3 готовностью оценивать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения	Знает	основные технические средства и технологии, с учетом экологических последствий их применения
	Умеет	оценивать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения
	Владеет	навыками оценивать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения
ПК – 4 способностью обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда	Знает	правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда
	Умеет	обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда
	Владеет	способностью обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда
ОК-5 способностью использовать современные методы и технологии (в том числе информационные) в профессиональной деятельности	Знает	современные прикладные задачи электротехники, методы и средства их решения в научно-исследовательской, проектно-конструкторской, производственно-технологической и других видах профессиональной деятельности
	Умеет	применять инновационные технологии для создания энергосберегающих мероприятий используемых в различных устройствах
	Владеет	способами работы с различными источниками информации; способами и методами решения



Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Процессы и аппараты биотехнологии» применяются следующие методы активного/ интерактивного обучения:

- проблемные лекции;
- лекции – конференции;
- лекции презентации;
- проектные методики;
- тестовые задания;
- элементы научно-исследовательской работы;
- методы ИТ – применение компьютеров для доступа к Интернет-ресурсам, использование обучающих программ с целью расширения информационного поля, повышения скорости обработки и передачи информации, обеспечения удобства преобразования и структурирования информации для трансформации ее в знание (используются на занятиях в форме электронных презентаций лекций, и т.д.);
- Проблемное обучение – стимулирование студентов к самостоятельной «добыче» знаний, необходимых для решения конкретной проблемы;
- Опережающая самостоятельная работа – изучение студентами нового материала до его изложения преподавателем на лекции и других аудиторных занятиях;
- лабораторные исследования на современном оборудовании ИНИИЦ с дальнейшей интерпретацией полученных данных.

## **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

**Лекционные занятия 18 час**

## **Тема 1. Основные положения и задачи курса «Процессы и аппараты биотехнологии». Закономерности протекания процессов биотехнологии - 2 часа**

Предмет и задачи дисциплины. Классификация основных процессов биотехнологии. Понятие о движущей силе процесса. Требования, предъявляемые к машинам и аппаратам. Требования, предъявляемые к материалам. Научные основы протекания процессов. Принцип оптимизации процессов.

## **Тема 2. Механические процессы – 2 часа**

Измельчение. Теоретические основы измельчения. Конструкции и работа основных типов измельчающих машин. Процессы сортирования. Классификация способов сортирования. Аппараты для сортирования. Процессы обработки материалов давлением (прессование). Классификация процессов прессования. Отжатие жидкости из твердого материала. Формование пластического материала. Уплотнение сыпучего материала брикетирование, гранулирование.

## **Тема 3. Лекция-презентация (МАО) Гидромеханические процессы – 2 часа**

Виды неоднородных систем. Классификация процессов разделения. Осаждение (отстаивание) под действием силы тяжести. Осаждение под действием центробежной силы. Аппараты для отстаивания и осаждения. Процессы фильтрования. Общие сведения. Типы фильтрования. Виды фильтрующих перегородок. Оборудование для фильтрования. Фильтры. Центрифуги. Мембранные процессы. Теоретические основы процесса разделения на полупроницаемых мембранах. Характеристика мембран. Мембранные аппараты.

## **Тема 4. Лекция-презентация (МАО) Теплообменные процессы – 4 часа**

Теория теплообмена. Классификация тепловых процессов и виды теплоносителей. Нагревание и охлаждение. Основы теплопередачи. Теплопроводность. Конвекция и конвективный обмен. Теплообменные аппараты. Классификация теплообменных аппаратов, типы конструкций и методики расчёта теплообменных аппаратов. Выпаривание и выпарные аппараты. Способы выпаривания. Выпарные аппараты

#### **Тема 5. Массообменные процессы – 4 часов**

Классификация процессов массопередачи. Основное уравнение массопередачи. Механизм процесса массопередачи. Расчеты массообменных аппаратов. Массообменные аппараты. Сорбционные процессы. Классификация сорбционных процессов. Перегонка и ректификация. Теоретические основы процессов. Простая и сложная перегонка. Ректификационные аппараты. Экстракция. Методы экстракции. Экстрагирование в системе «Твердое тело–жидкость». Экстракция в системе «жидкость–жидкость». Экстракторы. Сушка. Формы связи влаги с материалом. Процесс сушки. Способы сушки, реализуемые в сушилках. Классификация сушилок. Основные типы сушилок. Кристаллизация и растворение. Общие сведения. Способы кристаллизации. Кристаллизаторы. Растворение – общие понятия

#### **Тема 6. Биохимические процессы. Основные положения – 4 часа**

Основные понятия. Ферментативные реакции. Свойство ферментов. Роль микроорганизмов в технологии пищевых производств. Оборудование для ферментации (ферментаторы). Источники инфекции и дезинфекции. Пастеризация и стерилизация. Теоретические основы процессов.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

### **Лабораторные работы (36 час)**

**Лабораторная работа 1. Исследование процессов измельчения в шаровой мельнице – 4 часа**

*Цель работы:* Ознакомиться с методами и теорией измельчения твердых материалов.

*Задачи:* Изучить конструкцию шаровой мельницы, рассчитать параметры характеризующие работу мельницы.

*Литература:*

1. Фролов, В. Ф. Лекции по курсу «Процессы и аппараты химической технологии» [Электронный ресурс] / В. Ф. Фролов. — Электрон. текстовые данные. — СПб.: ХИМИЗДАТ, 2017. — 608 с. — 978-5-93808-304-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67349.html>

2. Процессы и аппараты защиты литосферы : учебное пособие / В. В. Коростовенко, Н. М. Капличенко, Т. А. Стрекалова, Д. Ю. Слизовская. - Красноярск : СФУ, 2019. - 208 с. - ISBN 978-5-7638-3971-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1819315>

### **Лабораторная работа 2. Сравнительный анализ процесса просеивания на ситах с электромеханическим приводом - 4 часа**

*Цель работы:* Ознакомиться с методами и теорией просеивания сыпучих неоднородных масс.

*Задачи:* Изучить конструкцию электромеханического просеивателя, оценить КПД механизма при различных методах просеивания.

*Литература:*

3. Фролов, В. Ф. Лекции по курсу «Процессы и аппараты химической технологии» [Электронный ресурс] / В. Ф. Фролов. — Электрон. текстовые данные. — СПб.: ХИМИЗДАТ, 2017. — 608 с. — 978-5-93808-304-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67349.html>

4. Процессы и аппараты защиты литосферы : учебное пособие / В. В. Коростовенко, Н. М. Капличенко, Т. А. Стрекалова, Д. Ю. Слизовская. - Красноярск : СФУ, 2019. - 208 с. - ISBN 978-5-7638-3971-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1819315>

### **Лабораторная работа 3. Изучение кинетики гравитационного осаждения – 4 часа**

*Цель работы:* Изучение скорости осаждения твердых частиц под действием силы тяжести.

*Задачи:* Определить скорость осаждения твердых частиц под действием силы тяжести в зависимости от размеров частиц и физических свойств твердого вещества и жидкости; сопоставить полученные данные с теоретическими.

Литература:

5. Фролов, В. Ф. Лекции по курсу «Процессы и аппараты химической технологии» [Электронный ресурс] / В. Ф. Фролов. — Электрон. текстовые данные. — СПб.: ХИМИЗДАТ, 2017. — 608 с. — 978-5-93808-304-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67349.html>

6. Процессы и аппараты защиты литосферы : учебное пособие / В. В. Коростовенко, Н. М. Капличенко, Т. А. Стрекалова, Д. Ю. Слизовская. - Красноярск : СФУ, 2019. - 208 с. - ISBN 978-5-7638-3971-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1819315>

7. Аппараты с машущими движителями и их природные аналоги: Монография / Ахмедов Т.Х., Бродский А.К., Галанин И.Ф. - Вологда:Инфра-Инженерия, 2018. - 360 с.: ISBN 978-5-9729-0244-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/989090>

8. Романков, П. Г. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи) [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / П. Г. Романков, В. Ф. Фролов, О. М. Флисюк. — Электрон. текстовые данные. — СПб.: ХИМИЗДАТ, 2017. — 544 с. — 978-5-93808-290-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67350.html>

#### **Лабораторная работа 4. Определение пропускной способности фильтра через пористые материалы – 4 часа**

*Цель работы:* Изучение процесса фильтрации и пропускной способности фильтра.

Задачи: Определить скорость фильтрации через пористые перегородки, определить удельную производительность фильтра, определить пропускную способность фильтра из пористых материалов.

Литература:

9. Фролов, В. Ф. Лекции по курсу «Процессы и аппараты химической технологии» [Электронный ресурс] / В. Ф. Фролов. — Электрон. текстовые данные. — СПб.: ХИМИЗДАТ, 2017. — 608 с. — 978-5-93808-304-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67349.html>

10. Процессы и аппараты защиты литосферы : учебное пособие / В. В. Коростовенко, Н. М. Капличенко, Т. А. Стрекалова, Д. Ю. Слизовская. - Красноярск : СФУ, 2019. - 208 с. - ISBN 978-5-7638-3971-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1819315>

11. Аппараты с машущими движителями и их природные аналоги: Монография / Ахмедов Т.Х., Бродский А.К., Галанин И.Ф. - Вологда:Инфра-Инженерия, 2018. - 360 с.: ISBN 978-5-9729-0244-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/989090>

12. Романков, П. Г. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи) [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / П. Г. Романков, В. Ф. Фролов, О. М. Флисюк. — Электрон. текстовые данные. — СПб.: ХИМИЗДАТ, 2017. — 544 с. — 978-5-93808-290-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67350.html>

#### **Лабораторная работа 5. Определение параметров влажного воздуха – 4 часа**

*Цель работы:* Определение параметров влажного воздуха при помощи  $i - d$  диаграммы Рамзина.

Задачи: определить относительную влажность воздуха, удельную энтальпию и влагосодержание.

Литература:

13. Фролов, В. Ф. Лекции по курсу «Процессы и аппараты химической технологии» [Электронный ресурс] / В. Ф. Фролов. — Электрон.

текстовые данные. — СПб.: ХИМИЗДАТ, 2017. — 608 с. — 978-5-93808-304-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67349.html>

14. Процессы и аппараты защиты литосферы : учебное пособие / В. В. Коростовенко, Н. М. Капличенко, Т. А. Стрекалова, Д. Ю. Слизевская. - Красноярск : СФУ, 2019. - 208 с. - ISBN 978-5-7638-3971-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1819315>

15. Аппараты с машущими движителями и их природные аналоги: Монография / Ахмедов Т.Х., Бродский А.К., Галанин И.Ф. - Вологда:Инфра-Инженерия, 2018. - 360 с.: ISBN 978-5-9729-0244-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/989090>

16. Романков, П. Г. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи) [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / П. Г. Романков, В. Ф. Фролов, О. М. Флисюк. — Электрон. текстовые данные. — СПб.: ХИМИЗДАТ, 2017. — 544 с. — 978-5-93808-290-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67350.html>

### **Лабораторная работа 6. Истечение жидкости через различные насадки – 4 часа**

*Цель работы:* Изучение процесса истечения жидкости через насадки.

Задачи: сравнить скорость истечения жидкости через различные типы насадок: цилиндрическую и коническую сужающуюся.

Литература:

17. Фролов, В. Ф. Лекции по курсу «Процессы и аппараты химической технологии» [Электронный ресурс] / В. Ф. Фролов. — Электрон. текстовые данные. — СПб.: ХИМИЗДАТ, 2017. — 608 с. — 978-5-93808-304-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67349.html>

18. Процессы и аппараты защиты литосферы : учебное пособие / В. В. Коростовенко, Н. М. Капличенко, Т. А. Стрекалова, Д. Ю. Слизевская. - Красноярск : СФУ, 2019. - 208 с. - ISBN 978-5-7638-3971-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1819315>

19. Аппараты с машущими движителями и их природные аналоги: Монография / Ахмедов Т.Х., Бродский А.К., Галанин И.Ф. - Вологда:Инфра-Инженерия, 2018. - 360 с.: ISBN 978-5-9729-0244-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/989090>

20. Романков, П. Г. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи) [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / П. Г. Романков, В. Ф. Фролов, О. М. Флисюк. — Электрон. текстовые данные. — СПб.: ХИМИЗДАТ, 2017. — 544 с. — 978-5-93808-290-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67350.html>

### **Лабораторная работа 7. Расчет сушильной камеры – 4 часа**

*Цель работы:* Изучение процесса сушки.

Задачи: Определить массу испаренной влаги в сушильной камере, расход воздуха в процессе сушки и расход тепла.

Литература:

21. Фролов, В. Ф. Лекции по курсу «Процессы и аппараты химической технологии» [Электронный ресурс] / В. Ф. Фролов. — Электрон. текстовые данные. — СПб.: ХИМИЗДАТ, 2017. — 608 с. — 978-5-93808-304-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67349.html>

22. Процессы и аппараты защиты литосферы : учебное пособие / В. В. Коростовенко, Н. М. Капличенко, Т. А. Стрекалова, Д. Ю. Слизевская. - Красноярск : СФУ, 2019. - 208 с. - ISBN 978-5-7638-3971-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1819315>

23. Аппараты с машущими движителями и их природные аналоги: Монография / Ахмедов Т.Х., Бродский А.К., Галанин И.Ф. - Вологда:Инфра-Инженерия, 2018. - 360 с.: ISBN 978-5-9729-0244-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/989090>

24. Романков, П. Г. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи) [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / П. Г. Романков, В. Ф. Фролов, О. М. Флисюк. —



Электрон. текстовые данные. — СПб.: ХИМИЗДАТ, 2017. — 544 с. — 978-5-93808-290-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67350.html>

### **Лабораторная работа 8. Исследование процесса теплопередачи в теплообменнике типа «труба в трубе» – 4 часа**

*Цель работы:* Исследовать влияние скорости движения холодного теплоносителя на интенсивность теплообмена.

*Задачи:* определить коэффициент теплопередачи в процессе переноса тепла от горячего теплоносителя к холодному при различных скоростях движения. Определить суммарное термическое сопротивление, возникающее в процессе и частичное термическое сопротивление.

Литература:

25. Фролов, В. Ф. Лекции по курсу «Процессы и аппараты химической технологии» [Электронный ресурс] / В. Ф. Фролов. — Электрон. текстовые данные. — СПб.: ХИМИЗДАТ, 2017. — 608 с. — 978-5-93808-304-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67349.html>

26. Процессы и аппараты защиты литосферы : учебное пособие / В. В. Коростовенко, Н. М. Капличенко, Т. А. Стрекалова, Д. Ю. Слизевская. - Красноярск : СФУ, 2019. - 208 с. - ISBN 978-5-7638-3971-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1819315>

27. Аппараты с машущими движителями и их природные аналоги: Монография / Ахмедов Т.Х., Бродский А.К., Галанин И.Ф. - Вологда:Инфра-Инженерия, 2018. - 360 с.: ISBN 978-5-9729-0244-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/989090>

### **Лабораторная работа 9. Определение параметров в процессе сушки – 4 часа**

*Цель работы:* Изучение и определение параметров воздуха в процессе сушки.

*Задачи:* Определить конечное влагосодержание воздуха при его вынужденном движении, расход количества воздуха на 1 кг испаренной влаги, а также интенсивность испарения в лаги из материала.

Литература:

28. Фролов, В. Ф. Лекции по курсу «Процессы и аппараты химической технологии» [Электронный ресурс] / В. Ф. Фролов. — Электрон. текстовые данные. — СПб.: ХИМИЗДАТ, 2017. — 608 с. — 978-5-93808-304-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67349.html>

29. Процессы и аппараты защиты литосферы : учебное пособие / В. В. Коростовенко, Н. М. Капличенко, Т. А. Стрекалова, Д. Ю. Слизовская. - Красноярск : СФУ, 2019. - 208 с. - ISBN 978-5-7638-3971-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1819315>

30. Аппараты с машущими движителями и их природные аналоги: Монография / Ахмедов Т.Х., Бродский А.К., Галанин И.Ф. - Вологда:Инфра-Инженерия, 2018. - 360 с.: ISBN 978-5-9729-0244-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/989090>

31. Романков, П. Г. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи) [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / П. Г. Романков, В. Ф. Фролов, О. М. Флисюк. — Электрон. текстовые данные. — СПб.: ХИМИЗДАТ, 2017. — 544 с. — 978-5-93808-290-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67350.html>

### **III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Процессы и аппараты биотехнологии» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

#### IV КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуто чная аттестация
1	Основные положения и задачи курса «Процессы и аппараты биотехнологии». Закономерности протекания процессов биотехнологии	ОПК–2; ПК – 4	<p>знает общие представления о процессах и аппаратах биотехнологии, их классификации, а также движущей силе процессов;</p> <p>знает правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда</p> <p>умеет применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для расчета процессов биотехнологии;</p> <p>умеет обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда</p> <p>владеет теоретическими основами расчета тепловых и массообменных процессов;</p> <p>владеет способностью обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда</p>	Отчет по лабораторной работе	Зачет
2	Механические процессы	ОПК–3; ПК – 4	знает назначение, область применения, классификацию современных аппаратов в отдельных технологических процессах биотехнологии;	Отчет по лабораторной работе	Зачет

			<p>знает правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда</p> <p>умет выбирать оптимальные технологические режимы и наиболее рациональные типы аппаратов;</p> <p>умет обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда</p> <p>владеет методами простых расчетов параметров биотехнологических процессов и оборудования;</p> <p>владеет способностью обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда</p>		
3	Гидромеханические процессы	ОПК–3; ПК – 1; ПК – 4	<p>знает назначение, область применения, классификацию современных аппаратов в отдельных технологических процессах биотехнологии;</p> <p>знает общие теоретические закономерности гидромеханических процессов;</p> <p>знает правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда</p> <p>умет выбирать оптимальные технологические режимы и наиболее рациональные типы аппаратов;</p> <p>умет использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции;</p> <p>умет обеспечивать выполнение правил техники безо-</p>	Реферат  Отчет по лабораторной работе	Зачет

			<p>пасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда</p> <p>владеет методами простых расчетов параметров биотехнологических процессов и оборудования;</p> <p>владеет навыками использования современного лабораторного оборудования и приборов, и программного обеспечения;</p> <p>владеет способностью обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда</p>		
4	Теплообменные процессы	ОПК-7; ПК – 1; ПК – 4	<p>знает научные основы протекания технологических процессов;</p> <p>знает общие теоретические закономерности теплообменных процессов;</p> <p>знает правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда</p> <p>умеет выбирать и проектировать отдельные аппараты в технологической линии, а также подтверждать расчетами правильность выбранного решения;</p> <p>умеет использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции;</p> <p>умеет обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда</p> <p>владеет методами расчетов нестационарных технологических процессов биотехнологии и прочностных</p>	Реферат  Отчёт по лабораторной работе	Зачет

			<p>расчетов соответствующих аппаратов;          владеет навыками использования современного лабораторного оборудования и приборов, и программного обеспечения;          владеет способностью обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда</p>		
5	Массообменные процессы	ОПК-7; ПК – 4	<p>знает научные основы протекания технологических процессов;          знает правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда</p> <p>умеет выбирать и проектировать отдельные аппараты в технологической линии, а также подтверждать расчетами правильность выбранного решения;          умеет обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда</p> <p>владеет методами расчетов нестационарных технологических процессов биотехнологии и прочностных расчетов соответствующих аппаратов;          владеет способностью обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда</p>	Реферат  Отчет по лабораторной работе	Зачет
6	Биохимические процессы. Основные положения	ОПК-7; ПК-3	<p>знает научные основы протекания технологических процессов;          знает основные технические средства и технологии, с учетом экологических последствий их приме-</p>	Реферат  Отчет по лабора-	Зачет

			нения	торной работе	
			умеет выбирать и проектировать отдельные аппараты в технологической линии, а также подтверждать расчетами правильность выбранного решения; умеет оценивать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения;		
			владеет методами расчетов нестационарных технологических процессов биотехнологии и прочностных расчетов соответствующих аппаратов; владеет навыками оценивать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения		

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

## **V СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

32. Фролов, В. Ф. Лекции по курсу «Процессы и аппараты химической технологии» [Электронный ресурс] / В. Ф. Фролов. — Электрон. текстовые данные. — СПб.: ХИМИЗДАТ, 2017. — 608 с. — 978-5-93808-304-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67349.html>

33. Процессы и аппараты защиты литосферы : учебное пособие / В. В. Коростовенко, Н. М. Капличенко, Т. А. Стрекалова, Д. Ю. Слизовская. - Красноярск : СФУ, 2019. - 208 с. - ISBN 978-5-7638-3971-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1819315>

34. Аппараты с машущими движителями и их природные аналоги: Монография / Ахмедов Т.Х., Бродский А.К., Галанин И.Ф. - Вологда:Инфра-Инженерия, 2018. - 360 с.: ISBN 978-5-9729-0244-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/989090>

35. Романков, П. Г. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи) [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / П. Г. Романков, В. Ф. Фролов, О. М. Флисюк. — Электрон. текстовые данные. — СПб.: ХИМИЗДАТ, 2017. — 544 с. — 978-5-93808-290-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67350.html>

36. Разинов, А. И. Процессы и аппараты химической технологии [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. И. Разинов, А. В. Клинов, Г. С. Дьяконов. — Электрон. текстовые данные. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2017. — 860 с. — 978-5-7882-2154-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/75637.html>

37. Семикопенко, И. А. Процессы и аппараты пищевых производств [Электронный ресурс]: учебное пособие / И. А. Семикопенко, Д. В. Карпачев, В. Б. Герасименко. — Электрон. текстовые данные. — Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2017. — 213 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/80471.html>

### **Дополнительная литература**

1. Лабораторный практикум по процессам и аппаратам [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. Н. Остриков, А. В. Логинов, Л. Н. Ананьева, Е. В. Федорова. — Электрон. текстовые данные. — Воронеж: Воронежский



государственный университет инженерных технологий, 2012. — 282 с. — 978-5-89448-926-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/27317.html>

2. Холодили́н, А. Н. Лабораторный практикум по курсу «Процессы и аппараты пищевых производств» [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. Н. Холодили́н, С. Ю. Соловых. — Электрон. текстовые данные. — Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 142 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33639.html>

3. Копылов, А. С. Процессы и аппараты передовых технологий водоподготовки и их программированные расчеты [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. С. Копылов, В. Ф. Очков, Ю. В. Чудова. — Электрон. текстовые данные. — М.: Издательский дом МЭИ, 2016. — 222 с. — 978-5-383-01028-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55940.html>

4. Акбаева, Д. Н. Тестовые задания по дисциплине «Основные процессы и аппараты химической технологии» [Электронный ресурс] : учебное пособие / Д. Н. Акбаева, Ж. Т. Ешова. — Электрон. текстовые данные. — Алматы : Казахский национальный университет им. аль-Фараби, 2014. — 86 с. — 978-601-04-0438-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/58754.html>

5. Процессы и аппараты химической технологии [Электронный ресурс] : методические указания к самостоятельной работе / сост. А. Ш. Бикбулатов [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2014. — 72 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/62571.html>

### **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. <http://isir.ras.ru/> - Интегрированная Система Информационных Ресурсов Российской Академии Наук.

2. <http://www.viniti.msk.su/> - Всероссийский Институт Научной и Технической Информации (ВИНИТИ РАН).

3. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Pubmed> - База научных данных в области биомедицинских наук.

4. [www.chem.qmul.ac.uk/iubmb](http://www.chem.qmul.ac.uk/iubmb) - Биохимическая классификация и номенклатура ферментов. Свободный доступ на сайте Международного союза биохимии и молекулярной биологии.

5. [www.molbiol.ru](http://www.molbiol.ru), [www.nature.ru](http://www.nature.ru) - Учебники, научные монографии, обзоры, лабораторные практикумы в свободном доступе на сайтах практической молекулярной биологии.

6. [www.swissprot.com](http://www.swissprot.com) – свободный доступ к международной базе данных по первичным и 3D структурам ферментов

### **Перечень информационных технологий и программного обеспечения**

- Пакет программ Microsoft office
- Программы статистического анализа данных Epi Info
- Программные комплексы Autodesk

## **VI МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Организационные рекомендации по изучению дисциплины**

Для обеспечения систематической и регулярной работы по изучению дисциплины и успешного прохождения промежуточных и итоговых контрольных испытаний студенту рекомендуется придерживаться следующего порядка обучения:

1. Самостоятельно определить объем времени, необходимого для проработки каждой темы.

2. Регулярно изучать каждую тему дисциплины, используя различные формы индивидуальной работы.

3. Согласовывать с преподавателем виды работы по изучению дисциплины.

4. По завершении отдельных тем передавать выполненные работы (отчеты по лабораторным работам, рефераты) преподавателю.

При успешном прохождении рубежных контрольных испытаний студент может претендовать на сокращение программы промежуточной (итоговой) аттестации по дисциплине.

**Характер различных видов учебной работы и рекомендуемая  
последовательность действий студента  
(«сценарий изучения дисциплины»)**

Сценарий изучения дисциплины «Процессы и аппараты биотехнологии» строится на основе учета нескольких важных моментов:

- очень большой объем дополнительных источников информации;
- большой объем нормативного материала, подлежащий рассмотрению;
- существенно ограниченное количество учебных часов, отведенное на изучение дисциплины.

В связи с названными проблемами обучение строится следующим образом. На лекциях преподаватель дает общую характеристику рассматриваемого вопроса, различные научные концепции или позиции, которые есть по данной теме. Во время лекции рекомендуется составлять конспект, фиксирующий основные положения лекции и ключевые определения по пройденной теме. Во время лекционного занятия необходимо фиксировать все важные моменты и проблемы, на которых останавливается преподаватель. Потом именно эти аспекты станут предметом самого пристального внимания и изучения на лабораторных занятиях.

При подготовке к лабораторному занятию требуется изучение теоретического материала, без которого невозможно проведение лабораторных работ.

Во время лабораторных работ рекомендуется активно принимать участие в проведении эксперимента, обработки экспериментальных данных и защите отчета по лабораторным работам.

Самостоятельная работа должна соответствовать графику прохождения программы дисциплины. Самостоятельная работа по дисциплине «Процессы и аппараты биотехнологии» включает:

- а) подготовку к занятию в интерактивной форме;
- б) подготовку реферата;
- в) подготовку презентаций к выступлениям;
- г) работу с тестовыми заданиями;
- д) выполнение курсового проекта;
- е) подготовку выступлений на студенческих конференциях, для конкурсов студенческих работ;
- ж) подготовку к текущему, рубежному контролю и промежуточной аттестации по дисциплине.

Для теоретического и практического усвоения дисциплины большое значение имеет самостоятельная работа студентов, которая может осуществляться студентами индивидуально и под руководством преподавателя.

Самостоятельная работа студентов предполагает самостоятельное изучение отдельных тем, дополнительную подготовку студентов к каждому лабораторному занятию.

Самостоятельная работа студентов является важной формой образовательного процесса. Она реализуется непосредственно в процессе аудиторных занятий, в контакте с преподавателем вне рамок расписания, а также в библиотеке, дома, при выполнении студентом учебных и творческих задач.

Цель самостоятельной работы студентов - научить студента осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией, заложить основы самоорганизации и

самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свою квалификацию.

При изучении каждой дисциплины организация самостоятельной работы студентов должна представлять единство трех взаимосвязанных форм:

- 1) внеаудиторная самостоятельная работа;
- 2) аудиторная самостоятельная работа, которая осуществляется под непосредственным руководством преподавателя;

- 3) творческая, в том числе научно-исследовательская работа. Аудиторная самостоятельная работа может реализовываться при проведении практических занятий, выполнении лабораторного практикума и во время чтения лекций.

На лабораторных работах различные виды самостоятельной работы позволяют сделать процесс обучения более интересным и поднять активность значительной части студентов в группе.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы студентов разнообразны:

- подготовка и написание рефератов, докладов, очерков и других письменных работ на заданные темы;

- выполнение домашних заданий разнообразного характера. Это - решение задач, подбор и изучение литературных источников; разработка и составление различных схем, выполнение графических работ, проведение расчетов и др.;

- выполнение индивидуальных заданий, направленных на развитие у студентов самостоятельности и инициативы. Индивидуальное задание может получать как каждый студент, так и часть студентов группы;

- подготовка к участию в научно-теоретических конференциях, смотрах, олимпиадах и др.

На каждом этапе самостоятельной работы следует разъяснять цели работы, контролировать понимание этих целей студентами, постепенно формируя у них умение самостоятельной постановки задачи и выбора цели.

Аудиторная самостоятельная работа может реализовываться при проведении практических занятий, семинаров, выполнении лабораторного практикума и во время чтения лекций.

При чтении лекционного курса непосредственно в аудитории необходимо контролировать усвоение материала основной массой студентов путем проведения экспресс-опросов, тестов по конкретным темам.

На лабораторных работах нужно не менее 1 часа из двух (50% времени) отводить на самостоятельную подготовку отчета по лабораторной работе.

По результатам самостоятельного решения задач следует выставлять по каждому занятию оценку. Оценка предварительной подготовки студента к практическому занятию может быть сделана путем экспресс-тестирования (тестовые задания закрытой формы) в течение 5, максимум - 10 минут. Таким образом, при интенсивной работе можно на каждом занятии каждому студенту поставить, по крайней мере, две оценки.

По материалам изученной темы целесообразно выдавать студенту домашнее задание и на последнем практическом занятии по теме подвести итоги его изучения (например, провести контрольную работу), обсудить оценки каждого студента, выдать дополнительные задания тем студентам, которые хотят повысить оценку.

Результаты выполнения этих заданий повышают оценку уже в конце семестра, на зачетной неделе, т.е. рейтинговая оценка на начало семестра ставится только по текущей работе, а рейтинговая оценка на конец зачетной недели учитывает все дополнительные виды работ.

Результативность самостоятельной работы студентов во многом определяется наличием активных методов ее контроля. Существуют следующие виды контроля:

- входной контроль знаний и умений студентов при начале изучения очередной дисциплины;
- текущий контроль, то есть регулярное отслеживание уровня усвоения материала на лекциях, практических и лабораторных занятиях;
- промежуточный контроль по окончании изучения раздела или модуля курса;
- самоконтроль, осуществляемый студентом в процессе изучения дисциплины при подготовке к контрольным мероприятиям;
- итоговый контроль по дисциплине в виде зачета и/или экзамена;
- контроль остаточных знаний и умений спустя определенное время после завершения изучения дисциплины.

Весьма полезен тестовый контроль знаний и умений студентов, который отличается объективностью, экономит время преподавателя, в значительной мере освобождает его от рутинной работы и позволяет в большей степени сосредоточиться на творческой части преподавания, обладает высокой степенью дифференциации испытуемых по уровню знаний и умений и очень эффективен при реализации рейтинговых систем, дает возможность в значительной мере индивидуализировать процесс обучения путем подбора индивидуальных заданий для практических занятий, индивидуальной и самостоятельной работы, позволяет прогнозировать темпы и результативность обучения каждого студента.

Весьма эффективно использование тестов непосредственно в процессе обучения, при контроле самостоятельной работе студентов. В этом случае студент сам проверяет свои знания. Не ответив сразу на тестовое задание, студент получает подсказку, разъясняющую логику задания и выполняет его второй раз.

Самостоятельная работа студентов, предусмотренная учебным планом в объеме не менее 50-70% общего количества часов, направлена на более глубокое усвоение изучаемого курса, формирование навыков исследовательской работы и ориентирование студентов на умение применять

теоретические знания на практике. Задания для самостоятельной работы составлены по разделам и темам, по которым не предусмотрены аудиторские занятия или требуют дополнительной проработки и анализа материала в объеме запланированных часов.

В процессе изучения дисциплины «Процессы и аппараты биотехнологии» обучающиеся должны выполнить следующие виды самостоятельной работы:

- самоподготовку к учебным занятиям по конспектам, учебной литературе и с помощью электронных ресурсов (контролируются конспекты и др.);
- оформление и подготовка рефератов, докладов;
- подготовка к контрольным работам и тестированию по темам дисциплины (изучение учебных тем);
- подготовка и выполнение курсового проекта.

### **Написание рефератов и докладов**

Реферат – это краткое изложение содержания научных трудов или литературных источников по определенной теме. Доклад - публичное сообщение, представляющее собой развернутое изложение определенной темы.

Реферат и доклад должны включать введение, главную часть и заключение. Во введении кратко излагается значение рассматриваемого вопроса в научном и учебном плане, применительно к теме занятия. Затем излагаются основные положения проблемы и делаются заключение и выводы. В конце работы дается подробный перечень литературных источников, которыми пользовался студент при написании реферата или доклада.

### **Оформление лабораторной работы**

При выполнении лабораторных работ необходимо все записи производить в следующем порядке.



- Цель работы.
- Элементы теории.
- Порядок проведения работы.
- Заполнение таблицы с результатами экспериментальных данных
- Метод расчета.
- Выводы.

К экзамену по дисциплине «Процессы и аппараты биотехнологии» следует начинать подготовку с первого занятия. Экзамен проводится во время сессии, после зачетной недели. Во время экзамена преподаватель учитывает активность работы студента на аудиторных занятиях, качество выполнения самостоятельных работы, контрольных работ, тестовых заданий и т.д.

## **VII МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Материально-техническое обеспечение реализации дисциплины включает в себя аудитории для проведения лекционных и практических занятий, оборудованные мультимедийным оборудованием, и соответствующие санитарным и противопожарным нормам:

1. Учебные лаборатории кафедры «Биотехнологии и функционального питания»;
2. Научно – исследовательский комплекс кафедры «Биотехнологии и функционального питания»;
3. Банк презентаций, слайдов
4. Мультимедиосистема

<b>Наименование оборудованных помещений</b>	<b>Перечень основного оборудования</b>
Мультимедийная аудитория г.Владивосток, о.Русский п Аякс д.10, Корпус 25.1, ауд. М311	Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK; Экран с электроприводом 236*147 см Trim Screen Line; Проектор DLP, 3000 ANSI Lm, WXGA 1280x800, 2000:1 EW330U Mitsubishi; Подсистема специализированных креплений оборудования CORSA-2007 Tuarex; Подсистема видеокмутации:

<p>Площадь 96.2 м<sup>2</sup></p>	<p>матричный коммутатор DVI DXP 44 DVI Pro Extron; удлинитель DVI по витой паре DVI 201 Tx/Rx Extron; Подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; акустическая система для потолочного монтажа SI 3CT LP Extron; Микрофонная петличная радиосистема УВЧ диапазона Sennheiser EW 122 G3 в составе беспроводного микрофона и приемника; цифровой аудиопроцессор DMP 44 LC Extron; Сетевой контроллер управления Extron IPL T S4; беспроводные ЛВС для обучающихся обеспечены системой на базе точек доступа 802.11a/b/g/n 2x2 MIMO(2SS).</p>
<p>Мультимедийная аудитория г.Владивосток, о.Русский п Аякс д.10, Корпус 25.1, ауд. М312  Площадь 96.4 м<sup>2</sup></p>	<p>Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK с Источником бесперебойного питания Powercom SKP-1000A; Экран с электроприводом 236*147 см Trim Screen Line; Проектор DLP, 3000 ANSI Lm, WXGA 1280x800, 2000:1 EW330U Mitsubishi; Подсистема специализированных креплений оборудования CORSA-2007 Tuarex; Подсистема видеокоммутации: матричный коммутатор DVI DXP 44 DVI Pro Extron; удлинитель DVI по витой паре DVI 201 Tx/Rx Extron; Подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; акустическая система для потолочного монтажа SI 3CT LP Extron; Микрофонная петличная радиосистема УВЧ диапазона Sennheiser EW 122 G3 в составе беспроводного микрофона и приемника; цифровой аудиопроцессор DMP 44 LC Extron; Сетевой контроллер управления Extron IPL T S4; беспроводные ЛВС для обучающихся обеспечены системой на базе точек доступа 802.11a/b/g/n 2x2 MIMO(2SS).</p>
<p>Компьютерный класс г.Владивосток, о. Русский п. Аякс д.10, Корпус 25.1, ауд. М621 Площадь 44.5 м<sup>2</sup></p>	<p>Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK 19.5" Intel Core i3-4160T 4GB DDR3-1600 SODIMM (1x4GB)500GB Windows Seven Enterprise - 17 штук; Проводная сеть ЛВС – Cisco 800 series; беспроводные ЛВС для обучающихся обеспечены системой на базе точек доступа 802.11a/b/g/n 2x2 MIMO(2SS).</p>
<p>Читальные залы Научной библиотеки ДВФУ с открытым доступом к фонду (корпус А - уровень 10)</p>	<p>Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW,GigEth,Wi-Fi,BT,usb kbd/mse,Win7Pro (64-bit)+Win8.1Pro(64-bit),1-1-1 Wty Скорость доступа в Интернет 500 Мбит/сек. Рабочие места для людей с ограниченными возможностями здоровья оснащены дисплеями и принтерами Брайля; оборудованы: портативными устройствами для чтения плоскочечатных текстов, сканирующими и читающими машинами видеоувеличителем с возможностью регуляции цветовых спектров; увеличивающими электронными лупами и ультразвуковыми маркировщиками.</p>

№	Наименование оборудования и материалов	Количество
<b>М 311 Лаборатория</b>		
1.	Центрифуга молочная с нагревом ЦЛМ 1-12	1
2.	Анализатор качества молока Лактан 1-4 мод.230	1
3.	Термостат жидкостный LOIP Lt-20а, объем 5л, 120x150/150мм,	1
4.	Холодильник "Океан-RFD-325В"	1
5.	Весы BM510DM	1
6.	Шкаф сушильный, камера из нерж. стали, 58л, /2 полки	1
7.	Блендер BRAUN MX-2050	1
8.	мечта 111Ч 101-226589	1
<b>М 312 Лаборатория</b>		
1.	Холодильник "Океан-RFD-325В"	1
2.	Рефрактометр ИРФ-454 Б2 М	1
3.	Термостат жидкостный LOIP Lt-208а, объем 8л, 120x150/200мм,	1
4.	Посудомоечная кухонная машина Hansa ZIM416H	1
5.	Плита кухонная Gorenje E52102 AW(для пригот.и	2
6.	Весы	1
7.	Дистиллятор из нерж. стали ( 5 л/час, мощ. 4,5кВт)	1
8.	Весы ЛВ-б	1
9.	Мясорубка "Unit-ugr-452"	2
10.	Миксер Moulinex НМ 550 (для измельчения продуктов) 101-	5
1.	Лампа к облучателю ОБН 150	8
2.	Термостат водяной Т-250	1
3.	Камера для микроскопа	1
4.	Микроскоп монокулярный	1
5.	Стерилизатор ГП-80 СПУ	1
6.	Анаэробик	1
7.	Холодильник Стинол	1
8.	Холодильник "Океан-4"	1
9.	Весы	1
10.	Облучатель бактерицидный	2
11.	Облучатель бактерицидный ОБН 150 2x30 настенный АЗОВ	4
12.	обогреватель 101-285599	2
13.	стол химический 101-306773	22
14.	Микроскоп Биомед	29
<b>М 303 Материальная</b>		
1.	Микроскоп "Микромед - 5 ЛЮМ"	1
2.	Программный комплекс СУПЕРМАГ	1
3.	Планиметр Planix 5	1
4.	вискозиметр капиллярный стеклянный	1
5.	сканер штрих кода	1

6.	Гиря калибровочная М-1- 1кг	1
7.	Печь СВЧ "LG-MS-2048S"	1
8.	Чайник эл. PHILIPS-HD 4665 101-318584	2
9.	Видеоокуляр TourCam 9.0 MP	1
10.	вискозиметр ВНЖ-0,3-ХСЗ	1
11.	Аппарат Сокслета 250/150 мл.	5
12.	Аппарат Сокслета 250/150 мл.	5
13.	Бутыль Вульфа 10л	1
14.	бутыль 1000мл	1
15.	бюретка 1-1-2-50-0,1 с краном	5
16.	Видеоокуляр TourCam 9.0 MP	1
17.	вискозиметр ВНЖ-0,3-ХСЗ (d-1.41)	1
18.	Воронка делительная ВД-1-100	3
19.	Воронка делительная ВД-1-50	5
20.	Воронка пор. 160 фильтрующая ВФ 2-20 мм	3
21.	Воронка пор. 40 фильтрующая ВФ 2-20 мм	3
22.	Воронка пор. 40 фильтрующая ВФ 2-40 мм	3
23.	гальактуронов.кис-та	1
24.	Гексан ОСЧ	5
25.	Держатель ЛТ-ДУ-1-100-45	12
26.	Дефлегматор 200-14/23-14/23	3
27.	Дефлегматор 250-14/23-29/32	3
28.	Дефлегматор 300-19/26-29/32	3
29.	Кольцо ЛТ-КБЗ-110 длина стержня 145мм, диаметр кольца 110	3
30.	Кольцо ЛТ-КМО-80 длина стержня 150мм, диаметр кольца	3
31.	Лампа к облучателю ОБН 150	8
32.	Микробюретка 10 мл. 0,1	4
33.	Микробюретка 5 мл. 0,05	4
34.	Термометр ТТП №6 0...+200/66	5
35.	Феноксизтанол 99%	1
36.	Холодильник Либиха ХПТ-1-300-14/23-14/23 мл	10
37.	Холодильник ХПТ-1-300-14/23-14/23 мл	10
38.	Штатив двусторонний, разборный с крышкой, для пробирок	10
39.	Штатив ПЭ-2710 лабор. для бюреток	5
40.	Штатив ПЭ-2910 лабор. для пипеток	5
41.	Штатив-карусель для автоматических дозаторов (6 мест)	3

Приложение 1



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДФУ)

---

**ПЕРЕДОВАЯ ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ  
ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

По дисциплине «Процессы и аппараты биотехнологии»  
Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология  
Бакалаврская программа «Пищевая биотехнология»

**Форма подготовки (очная)**

Владивосток  
**2020**

## План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	1 неделя	Подготовка к лабораторной работе 1	2	Отчет по лабораторной работе
2	2 неделя	Подготовка к лабораторной работе 2	2	Отчет по лабораторной работе
		Выполнение курсового проекта	2	Раздел к/п Введение
3	3 неделя	Работа с литературой	2	тест
4	4 неделя	Подготовка к лабораторной работе 3	2	Отчет по лабораторной работе
		Выполнение курсового проекта	4	Раздел к/п Характеристика сырья
6	5 неделя	Работа с литературой	4	реферат
7	6 неделя	Подготовка к лабораторной работе 4	2	Отчет по лабораторной работе
		Выполнение курсового проекта	4	Раздел к/п Описание технологической схемы и агрегатно-технологической линии производства
8	8 неделя	Подготовка к лабораторной работе 5	2	Отчет по лабораторной работе
9	9 неделя	Работа с литературой	4	реферат
10	10 неделя	Подготовка к лабораторной работе 6	2	Отчет по лабораторной работе
		Выполнение курсового проекта	4	Раздел к/п Описание аппарата и обоснование процесса
11	12 неделя	Подготовка к лабораторной работе 7	2	Отчет по лабораторной работе
11	13 неделя	Работа с литературой	2	тест
12	14 неделя	Работа с литературой	4	реферат
13	16 неделя	Подготовка к лабораторной работе 8	2	Отчет по лабораторной работе
		Выполнение курсового проекта	4	Раздел к/п Расчет аппарата
14		Работа с литературой	11	тест

15	17 неделя	Подготовка к лабораторной работе 9	11	Отчет по лабораторной работе
		Выполнение курсового проекта	11	Раздел к/п Заключение
16	В течение семестра	Работа с литературой	7	Реферат
Итого за 6 семестр			90	



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДФУ)

---

**ПЕРЕДОВАЯ ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
По дисциплине «Процессы и аппараты биотехнологии»  
Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология  
Бакалаврская программа «Пищевая биотехнология»

**Форма подготовки (очная)**

Владивосток  
2020



## Паспорт ФОС

по дисциплине «Процессы и аппараты биотехнологии»

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК – 2 способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Знает	общие представления о процессах и аппаратах биотехнологии, их классификации, а также движущей силе процессов
	Умеет	применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для расчета процессов биотехнологии
	Владеет	теоретическими основами расчета тепловых и массообменных процессов
ОПК – 3 способностью использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы	Знает	назначение, область применения, классификацию современных аппаратов в отдельных технологических процессах биотехнологии
	Умеет	выбирать оптимальные технологические режимы и наиболее рациональные типы аппаратов
	Владеет	методами простых расчетов параметров биотехнологических процессов и оборудования
ОПК – 7 способностью находить и оценивать новые технологические решения, внедрять результаты биотехнологических исследований и разработок	Знает	научные основы протекания технологических процессов
	Умеет	выбирать и проектировать отдельные аппараты в технологической линии, а также подтверждать расчетами правильность выбранного решения
	Владеет	методами расчетов нестационарных технологических процессов биотехнологии и прочностных расчетов соответствующих аппаратов
ПК – 1 способностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции	Знает	общие теоретические закономерности гидромеханических, тепло-массообменных процессов
	Умеет	использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции
	Владеет	навыками использования современного лабораторного оборудования и приборов, и программного обеспечения
ПК – 3 готовностью оценивать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения	Знает	основные технические средства и технологии, с учетом экологических последствий их применения
	Умеет	оценивать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их

применения		применения
	Владеет	навыками оценивать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения
ПК – 4 способностью обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда	Знает	правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда
	Умеет	обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда
	Владеет	способностью обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Основные положения и задачи курса «Процессы и аппараты биотехнологии». Закономерности протекания процессов биотехнологии	ОПК–2; ПК – 4	<p>знает общие представления о процессах и аппаратах биотехнологии, их классификации, а также движущей силе процессов;</p> <p>знает правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда</p> <p>умеет применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для расчета процессов биотехнологии;</p> <p>умеет обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда</p> <p>владеет теоретическими основами расчета тепловых и массообменных процессов;</p> <p>владеет способностью обес-</p>	Отчет по лабораторной работе	Зачет

			печивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда		
2	Механические процессы	ОПК–3; ПК – 4	<p>знает назначение, область применения, классификацию современных аппаратов в отдельных технологических процессах биотехнологии;</p> <p>знает правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда</p> <p>умеет выбирать оптимальные технологические режимы и наиболее рациональные типы аппаратов;</p> <p>умеет обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда</p> <p>владеет методами простых расчетов параметров биотехнологических процессов и оборудования;</p> <p>владеет способностью обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда</p>	Отчет по лабораторной работе	Зачет
3	Гидромеханические процессы	ОПК–3; ПК – 1; ПК – 4	<p>знает назначение, область применения, классификацию современных аппаратов в отдельных технологических процессах биотехнологии;</p> <p>знает общие теоретические закономерности гидромеханических процессов;</p> <p>знает правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда</p> <p>умеет выбирать оптимальные технологические</p>	Реферат  Отчет по лабораторной работе	Зачет

			<p>режимы и наиболее рациональные типы аппаратов;</p> <p>умеет использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции;</p> <p>умеет обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда</p>		
			<p>владеет методами простых расчетов параметров биотехнологических процессов и оборудования;</p> <p>владеет навыками использования современного лабораторного оборудования и приборов, и программного обеспечения;</p> <p>владеет способностью обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда</p>		
4	Теплообменные процессы	ОПК-7; ПК – 1; ПК – 4	<p>знает научные основы протекания технологических процессов;</p> <p>знает общие теоретические закономерности теплообменных процессов;</p> <p>знает правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда</p>	<p>Реферат</p> <p>Отчёт по лабораторной работе</p>	Зачет
			<p>умеет выбирать и проектировать отдельные аппараты в технологической линии, а также подтверждать расчетами правильность выбранного решения;</p> <p>умеет использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и</p>		

			<p>продукции; умеет обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда</p> <p>владеет методами расчетов нестационарных технологических процессов биотехнологии и прочностных расчетов соответствующих аппаратов; владеет навыками использования современного лабораторного оборудования и приборов, и программного обеспечения; владеет способностью обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда</p>		
5	Массообменные процессы	ОПК-7; ПК – 4	<p>знает научные основы протекания технологических процессов; знает правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда</p> <p>умеет выбирать и проектировать отдельные аппараты в технологической линии, а также подтверждать расчетами правильность выбранного решения; умеет обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда</p> <p>владеет методами расчетов нестационарных технологических процессов биотехнологии и прочностных расчетов соответствующих аппаратов; владеет способностью обеспечивать выполнение пра-</p>	Реферат  Отчет по лабораторной работе	Зачет

			вил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда		
6	Биохимические процессы. Основные положения	ОПК-7; ПК-3	<p>знает научные основы протекания технологических процессов;</p> <p>знает основные технические средства и технологии, с учетом экологических последствий их применения</p> <p>умеет выбирать и проектировать отдельные аппараты в технологической линии, а также подтверждать расчетами правильность выбранного решения;</p> <p>умеет оценивать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения;</p> <p>владеет методами расчетов нестационарных технологических процессов биотехнологии и прочностных расчетов соответствующих аппаратов;</p> <p>владеет навыками оценивать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения</p>	Реферат  Отчет по лабораторной работе	Зачет

## Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели	баллы
ОПК–2 способностью и готовностью использовать основные законы естественных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	знает (пороговый уровень)	общие представления о процессах и аппаратах биотехнологии, их классификации, а также движущей силе процессов	знает общие представления о процессах и аппаратах биотехнологии, их классификации, а также движущей силе процессов	способность характеризовать общие представления о процессах и аппаратах биотехнологии, их классификации, а также движущей силе процессов	45-64
	умеет (продвинутый)	применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для расчета процессов биотехнологии	умеет применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для расчета процессов биотехнологии	способность применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для расчета процессов биотехнологии	65-84
	владеет (высокий)	теоретическими основами расчета тепловых и массообменных процессов	владеет теоретическими основами расчета тепловых и массообменных процессов	способность использовать теоретические основы расчета тепловых и массообменных процессов	85-100
ОПК–3 способностью использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы	знает (пороговый уровень)	назначение, область применения, классификацию современных аппаратов в отдельных технологических процессах биотехнологии	знает назначение, область применения, классификацию современных аппаратов в отдельных технологических процессах биотехнологии	способность характеризовать область применения, классификацию современных аппаратов в отдельных технологических процессах биотехнологии	45-64
	умеет (продвинутый)	выбирать оптимальные технологические режимы и наиболее рациональные типы аппаратов	умеет выбирать оптимальные технологические режимы и наиболее рациональные типы аппаратов	способность выбирать оптимальные технологические режимы и наиболее рациональные типы аппаратов	65-84
	владеет (высокий)	методами простых расчетов параметров биотехнологических процессов и оборудования	владеет методами простых расчетов параметров биотехнологических процессов и оборудования	способность использовать методы простых расчетов параметров биотехнологических процессов и оборудования	85-100
ОПК–7 способностью находить и оценивать новые технологические решения, внедрять результаты	знает (пороговый уровень)	научные основы протекания технологических процессов	знает научные основы протекания технологических процессов	способность характеризовать научные основы протекания технологических процессов	45-64

биотехнологических исследований и разработок	умеет (продвинутый)	выбирать и проектировать отдельные аппараты в технологической линии, а также подтверждать расчетами правильность выбранного решения	умеет выбирать и проектировать отдельные аппараты в технологической линии, а также подтверждать расчетами правильность выбранного решения	способность выбирать и проектировать отдельные аппараты в технологической линии, а также подтверждать расчетами правильность выбранного решения	65-84
	владеет (высокий)	методами расчетов нестационарных технологических процессов биотехнологии и прочностных расчетов соответствующих аппаратов	владеет методами расчетов нестационарных технологических процессов биотехнологии	способность применять методы расчетов нестационарных технологических процессов биотехнологии	85-100
ПК – 1 способностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции	знает (пороговый уровень)	общие теоретические закономерности гидромеханических, тепло-массообменных процессов	знает общие теоретические закономерности гидромеханических, тепло-массообменных процессов	способность характеризовать общие теоретические закономерности гидромеханических, тепло-массообменных процессов	45-64
	умеет (продвинутый)	использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции	умение использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции	способность использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции	65-84
	владеет (высокий)	навыками использования современного лабораторного оборудования и приборов, и программного обеспечения	владеет навыками использования современного лабораторного оборудования и приборов, и программного обеспечения	способность использовать современного лабораторного оборудования и приборов, и программного обеспечения	85-100
ПК – 3 готовностью оценивать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения	знает (пороговый уровень)	основные технические средства и технологии, с учетом экологических последствий их применения	знает основные технические средства и технологии, с учетом экологических последствий их применения	способность использовать основные технические средства и технологии, с учетом экологических последствий их применения	45-64
	умеет (продвинутый)	оценивать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения	умеет оценивать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения	способность оценивать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения	65-84
	владеет (высокий)	навыками оценивать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения	владеет навыками оценивать технические средства и технологии с учетом экологи-	способность использовать методы оценки технических средств и технологий с учетом экологичес-	85-100



		применения	ческих последствий их применения	ких последствий их применения	
ПК – 4 способностью обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда	знает (пороговый уровень)	правила техники безопасности, пожарной безопасности и охраны труда	знает правила техники безопасности, пожарной безопасности и охраны труда	способность использовать правила техники безопасности при работе с лабораторным оборудованием	45-64
	умеет (продвинутый)	обеспечивать выполнение правил техники безопасности, пожарной безопасности и охраны труда	умеет обеспечивать выполнение правил техники безопасности при работе с лабораторным оборудованием	способность обеспечивать выполнение правил техники безопасности при работе с лабораторным оборудованием, а также пожарной безопасности и охраны труда	65-84
	владеет (высокий)	способностью обеспечивать выполнение правил техники безопасности и производственной санитарии	владеет способностью обеспечивать выполнение правил техники безопасности и производственной санитарии	владеет способностью обеспечивать выполнение правил техники безопасности и производственной санитарии	85-100

**Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания  
результатов освоения дисциплины  
Текущая аттестация студентов**

Текущая аттестация студентов по дисциплине «Процессы и аппараты биотехнологии» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной. Текущая аттестация по дисциплине «Процессы и аппараты биотехнологии» проводится в форме контрольных мероприятий (защиты лабораторной работы, реферата, тестирования) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем. Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;

- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;

результаты самостоятельной работы.

По каждому объекту дается характеристика процедур оценивания в привязке к используемым оценочным средствам.

При реализации образовательной программы используются следующие виды и формы текущей аттестации:

ПР 1- тест;

ПР 4 – реферат;

ПР 6- практические работы.

## **Оценочные средства для текущей аттестации**

### **Тестовые задания**

#### **ВАРИАНТ 1**

1. Процессом измельчения называется:
  - а) процесс разделения твердых тел на части под действием механических сил или тепла;
  - б) придание твердому телу определенной формы;
  - в) процесс изменения формы твердого тела при деформации.
2. Перечислите типы дробления в зависимости от размера кусков.
  - а) крупное, среднее, мелкое;
  - б) крупное, среднее, мелкое, тонкое, коллоидный размол;
  - в) крупное, мелкое, коллоидное дробление.
3. Чему равна полезная работа в процессе дробления?
  - а) сумме работы, затрачиваемой на деформацию и работы затрачиваемой на образование новой поверхности;
  - б) соответствует работе затрачиваемой на деформацию твердого тела;
  - в) соответствует работе, затрачиваемой на образование новых поверхностей.
4. Какой процесс получил название «дробление»?
  - а) уменьшение куска и придание ему определенной формы;
  - б) придание куску определенной формы;
  - в) уменьшение размера куска твердого тела, без придания ему определенной формы.
5. Как классифицируются теплообменные аппараты по тепловому режиму?
  - а) периодического действия и непрерывного;
  - б) непрерывного стационарного процесса;
  - в) периодического нестационарного процесса.

6. Дайте определение процессу теплопередачи:

- а) сложный процесс при непосредственном контакте теплоносителей;
- б) сложный теплообмен между твердой поверхностью и окружающей средой;
- в) сложный процесс переноса теплоты между двумя подвижными средами, разделенными твердой поверхностью

7. Какие теплообменные аппараты получили название кожухотрубных?

- а) аппараты, имеющие двойные цилиндрические, сферические или плоские стенки;
- б) многотрубный теплообменник, в котором пучок труб помещен в цилиндр;
- в) вид змеевика, погруженный в сосуд с жидкостью.

8. Дайте определение конвективному теплообмену (теплоотдаче):

- а) теплообмен между двумя подвижными средами;
- б) сложный теплообмен между твердой поверхностью тела и окружающей средой;
- в) сложный теплообмен между двумя подвижными средами при наличии твердой разделяющей перегородки.

9. Основное уравнение теплоотдачи Ньютона-Рихмана имеет вид:

- а)  $Q = \alpha F \Delta t$ , Вт
- б)  $Q = -\lambda F \text{ grad } t$ , Вт
- в)  $Q = KF\Delta t$ , Вт

10. Дайте физический смысл коэффициенту теплопередачи (K).

- а) количество теплоты, проходящее через единицу поверхности в единицу времени при разности температур между теплоносителями в один градус;
- б) количество теплоты, проходящее через единицу поверхности при температурном градиенте равном единице;
- в) количество теплоты, проходящее через единицу поверхности в единицу времени.

11. Запишите основное уравнение сложного процесса теплопередачи.

- а)  $Q = q \cdot F$ , Вт;
- б)  $q = Q/F$ , Вт;
- в)  $Q = K \cdot F \cdot \Delta t$ , Вт

12. Какие процессы получили название массообменных процессов?

- а) процессы, связанные с удалением влаги из твердых, жидких или газообразных веществ;
- б) процессы, связанные с переносом вещества из одной фазы в другую в различных агрегатных состояниях;
- в) процессы, связанные с конденсацией паров отдельных веществ.

13. Какой процесс получил название – адсорбция?

- а) извлечение из твердых или жидких веществ отдельных компонентов;
- б) переход вещества из твердого состояния в жидкую или газообразную форму;
- в) избирательное поглощение газов, паров или растворимых в жидкости веществ на поверхности раздела фаз или в объеме пор твердого тела.

14. Дайте определение процессу – абсорбция.

- а) поглощение отдельных компонентов вещества растворителями;
- б) поглощение газов или паров жидкими поглотителями;
- в) поглощение газов или паров пористыми материалами.

15. Дайте определение процессу сушки:

- а) извлечение влаги из твердых материалов;
- б) извлечение влаги из газообразных и жидких сред;
- в) удаление влаги из влажных твердых, жидких и пастообразных материалов путем ее испарения.

16. Назовите этапы сушки материала.

- а) перемещение влаги к наружной поверхности материала, испарение в окружающую среду;
- б) парообразование в толще материала с последующим испарением в окружающую среду;
- в) перемещение влаги к наружной поверхности материала, парообразование, перемещение пара от наружной поверхности в окружающий воздух.

17. Какая технологическая схема массообменного аппарата наиболее выгодна?

- а) прямоточная;
- б) противоточная;
- в) с поперечным током компонентов.

## ВАРИАНТ 2

1. Какой процесс измельчения получил название «резание»?

- а) уменьшение размера куска при дроблении;
- б) придание куску определенной формы;
- в) уменьшение размера куска и придание ему определенной формы.

2. Какие виды дробления осуществляют молотковые дробилки?

- а) крупное и среднее дробление;
- б) тонкое и коллоидное дробление;
- в) среднее, мелкое и тонкое дробление

3. Дайте определение характеристике процесса дробления – степени дробления  $i$ :

- а)  $i = \frac{D}{d}$ , где  $D$  – размер куска до дробления, м;  $d$  – размер куска после дробления, м
- б)  $i = d$
- в)  $i = D$

4. Перечислите разновидности дисперсных сред.

- а) эмульсии, суспензии, пены, пыль, туман, дым;
- б) дым и пыль;
- в) пыль, дым и туман.

5. Что называется теплообменом?

- а) самопроизвольный необратимый процесс переноса теплоты в пространстве;
- б) перенос теплоты в температурном поле;
- в) обмен тепловой энергией между телами.

6. Назовите основные группы теплообменных аппаратов в зависимости от способа передачи теплоты:

- а) поверхностного типа и смесительного типа;
- б) рекуперативные и регенеративные аппараты;

в) рекуперативные и смесительного типа.

7. Дайте определение понятия температурного поля.

- а) совокупное значение температур в данный момент времени в изучаемом пространстве;
- б) пространство, занимаемое нагретым телом и окружающей средой;
- в) совокупность температур на поверхности твердого тела.

8. Назовите элементарные, простые способы переноса тепловой энергии:

- а) теплопроводность, конвекция, теплоотдача;
- б) конвективный теплообмен, теплопередача;
- в) теплопроводность, конвекция, излучение (лучистый теплообмен)

9. Дайте физический смысл температурному напору в процессе теплоотдачи.

- а) полусумма температур жидкости на входе и выходе из канала;
- б) разность температур между температурой стенки и окружающей средой;
- в) разница температур жидкости на входе и выходе из канала.

10. Дайте физический смысл коэффициенту теплоотдачи ( $\alpha$ ).

- а) количество теплоты, проходящее через единицу поверхности;
- б) количество теплоты, проходящее в единицу времени;
- в) количество теплоты, проходящее через единицу поверхности тела, в единицу времени, при разности температур в один градус.

11. Что такое термодиффузия?

- а) это диффузия, протекающая одновременно с теплопроводностью;
- б) перенос теплоты потоком влаги;
- в) перемещение влаги под воздействием градиента температуры.

12. Назовите периоды скорости сушки.

- а) период постоянной скорости в период падающей скорости;
- б) период падающей скорости в период постоянной скорости;
- в) период возрастающей скорости в период убывающей скорости.

13. В чем заключается явление псевдооживления?

- а) в расплавлении твердых продуктов;
- б) в уравнивании веса сыпучих продуктов лобовым сопротивлением течению воздуха через их слой;
- в) в смешивании сыпучих продуктов с жидкостью.

14. Назовите особенности протекания процесса сушки.

- а) процесс сушки протекает при постоянном теплосодержании;
- б) в процессе сушки температура остается величиной постоянной;
- в) процесс сушки протекает при постоянной относительной влажности.

15. Что такое «барботаж»?

- а) течение жидкости через насадку;
- б) течение газа через жидкость;
- в) течение жидкости через пористые пластины.

16. Какой аппарат называют скруббером?

- а) колонну с водяными насадками;

- б) колонну, в которую вводятся струи жидкости;
- в) насадочную колонну.

17. Чем отличается адсорбция от абсорбции?

- а) адсорбция происходит на поверхности сорбента;
- б) адсорбция происходит во всем объеме сорбента;
- в) абсорбция происходит на поверхности сорбента.

## **Примерная тематика курсовых проектов**

### **по дисциплине «Процессы и аппараты биотехнологии»**

1. Расчет теплообменного аппарата для подогревания молока в агрегатно-технологической линии производства кефира.
2. Расчет аппарата для культивирования дрожжей в агрегатно-технологической линии производства хлеба.
3. Расчет теплообменного аппарата для подогревания молока в агрегатно-технологической линии производства питьевого йогурта.
4. Расчет теплообменного аппарата для подогревания суслу в агрегатно-технологической линии производства пива.
5. Расчет теплообменного аппарата для пастеризации молока в агрегатно-технологической линии производства пастеризованного молока.
6. Расчет теплообменного аппарата для подогревания сычужного раствора в агрегатно-технологической линии производства сыра.
7. Расчет теплообменного аппарата в агрегатно-технологической линии производства фруктового сока с использованием пектиназ для осветления сока.
8. Расчет теплообменного аппарата в агрегатно-технологической линии производства вин.
9. Расчет теплообменного аппарата в агрегатно-технологической линии производства сметаны.
10. Расчет теплообменного аппарата в агрегатно-технологической линии производства фруктово-овощного пюре обогащенного  $\beta$ -каротином.

**Примерная тематика реферативных работ  
по дисциплине «Процессы и аппараты биотехнологии»**

1. История возникновения и формирования биотехнологических процессов и аппаратов.
2. Оборудование для биотехнологических производств.
3. Основы мембранной технологии. Мембранные аппараты.
4. Сущность процесса фильтрации. Оборудование для фильтрации – устройство и принцип действия.
5. Основы теплопередачи. Устройство и принцип действия теплообменных аппаратов.
6. Выпаривание. Виды и устройство выпарных установок.
7. Методы экстракции. Аппараты для экстракции.
8. Кристаллизация и растворение. Способы кристаллизации. Устройство и принцип действия кристаллизации.
9. Сорбционные процессы. Абсорберы и адсорберы – устройство и принцип действия.
10. Сушка. Устройство и принцип работы сушилок.
11. Ферментация. Устройство и принцип действия оборудования для ферментации.
12. Пастеризация и стерилизация. Оборудование для пастеризации и стерилизации – устройство и принцип работы.

**Критерии оценки (рефератов, в том числе выполненных в форме презентаций):**

100-86 баллов: выставляется студенту, если студент выразил своё мнение по сформулированной проблеме, аргументировал его, точно определив ее содержание и составляющие. Приведены данные отечественной

и зарубежной литературы, статистические сведения, информация нормативно правового характера. Студент знает и владеет навыком самостоятельной исследовательской работы по теме исследования; методами и приемами анализа теоретических и/или практических аспектов изучаемой области. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет; графически работа оформлена правильно

85-76 - баллов - работа характеризуется смысловой цельностью, связностью и последовательностью изложения; допущено не более 1 ошибки при объяснении смысла или содержания проблемы. Для аргументации приводятся данные отечественных и зарубежных авторов. Продемонстрированы исследовательские умения и навыки. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет. Допущены одна-две ошибки в оформлении работы

75-61 балл - студент проводит достаточно самостоятельный анализ основных этапов и смысловых составляющих проблемы; понимает базовые основы и теоретическое обоснование выбранной темы. Привлечены основные источники по рассматриваемой теме. Допущено не более 2 ошибок в смысле или содержании проблемы, оформлении работы 60-50 баллов - если работа представляет собой пересказанный или полностью переписанный исходный текст без каких бы то ни было комментариев, анализа. Не раскрыта структура и теоретическая составляющая темы. Допущено три или более трех ошибок в смысловом содержании раскрываемой проблемы.

### **Промежуточная аттестация студентов**

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Процессы и аппараты биотехнологии» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной. Промежуточная



аттестация осуществляется в форме зачета в 5 семестре и проводится в устной форме с использованием билетов.

**Оценочные средства для промежуточной аттестации**  
**ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ**  
**по дисциплине «Процессы и аппараты биотехнологии»**

1. Сформулируйте закон сохранения массы и энергии.
2. Законы равновесия системы: принцип Ле-Шателье и правило Гиббса.
3. Принцип движущей силы для тепловых, массообменных, гидродинамических процессов.
4. Классификация процессов: по техническому признаку, по изменению параметров процесса во времени, по кинетическим закономерностям.
5. Сформулируйте задачи и критерии оптимизации технологического процесса.
6. Понятие о подобии величин. Первая и вторая теоремы подобия.
7. Режимы движения жидкости, факторы, определяющие вид движения.
8. Виды и характеристика дисперсных систем.
9. Основы процесса перемешивания, типы механических мешалок.
10. Отстаивание жидкости под действием гравитационного поля. Отстойники – принцип действия, классификация.
11. Основы осаждения под действием центробежных сил.
12. Физическая основа фильтрования, факторы, влияющие на процесс, виды фильтрования.
13. Оборудование для процесса фильтрования – устройство и принцип действия (на примере).
14. Основы процесса перемешивания.
15. Способы перемешивания и аппараты, применяемые для перемешивания.
16. Мембранные методы разделения жидких систем.
17. Сущность процесса обратного осмоса.
18. Аппараты для проведения мембранных процессов.

19. Разновидности процесса измельчения: дробление, резание.
20. Классы и способы измельчения, основные характеристики процесса.
21. Устройство, принцип действия, общие требования и основные расчетные характеристики дробилок.
22. Сортирование по размерам частиц (просеивание): физическая сущность процесса. Классификация сит, основные расчетные характеристики.
23. Сущность процесса прессования, виды прессования: отжатие, формование и штамповка, собственно прессование и брикетирование, экструзия, основные характеристики процесса.
24. Особенности процессов теплоотдачи и теплопередачи в аппаратах пищевых производств.
25. Основные расчетные уравнения процессов переноса тепловой энергии: теплопроводности, конвекции, излучения, теплоотдачи и теплопередачи.
26. Определение расчетных температур теплосистемы и температурного напора.
27. Классификация, конструкции, принцип действия теплообменных аппаратов.
28. Основы теплового расчета теплообменников поверхностного типа.
29. Основы массопередачи. Классификация массообменных процессов.
30. Основные уравнения массопередачи. Основные законы массопередачи: закон Фика и основной закон массоотдачи Шукарева.
31. Сущность процесса адсорбции. Виды адсорбентов и основные требования предъявляемые к ним.
32. Классификация адсорберов, конструкция и принцип действия (на примере).
33. Основы процесса абсорбции. Виды абсорберов.
34. Особенности процесса сушки, материальные и тепловые балансы сушки.
35. Классификация процесса сушки, основные типы сушилок.
36. Основы процесса выпаривания. Способы выпаривания.
37. Устройство и принцип действия выпарных аппаратов.

38. Ферментация. Оборудование для ферментации.
39. Пастеризация и стерилизация. Аппараты для проведения пастеризации и стерилизации.
40. Мойка оборудования, как биохимический процесс.

**Критерии выставления оценки студенту на экзамене по дисциплине  
«Процессы и аппараты биотехнологии»**

Баллы (рейтинговая оценка)	Оценка зачета/ экзамена (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
100-85	«зачтено»/ «отлично»	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения лабораторных работ.
84-75	«зачтено»/ «хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения
74-61	«зачтено»/ «удовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.
60-0	«не зачтено»/ «неудовлетворительно»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет лабораторные работы. Как правило, оценка ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

**Критерии оценки (устный ответ)**

100-85 баллов - если ответ показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять

сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа; умение приводить примеры современных проблем изучаемой области.

85-76 - баллов - ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна - две неточности в ответе.

75-61 - балл - оценивается ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа; неумение привести пример развития ситуации, провести связь с другими аспектами изучаемой области. 60-50 баллов - ответ, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа; незнание современной проблематики изучаемой области.

