



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

**ШКОЛА БИМЕДИЦИНЫ**

СОГЛАСОВАНО  
Руководитель ОП

В.В. Кумейко

«27» января 2020 г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор Департамента медицинской  
биологии и биотехнологии

В.В. Кумейко

«27» января 2020 г.



**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ**

**Процессы и аппараты биотехнологии**

**Направление подготовки 19.03.01 «Биотехнология»**

**Образовательная программа по профилю «Молекулярная биотехнология»**

**Форма подготовки очная**

Школа биомедицины

Департамента медицинской биологии и биотехнологии

курс 3, семестр 6

лекции 18 час.

практические занятия 36 час.

лабораторные работы 18 час.

в том числе с использованием МАО лек. 2 /пр. - /лаб. 18 час.

всего часов аудиторной нагрузки 72 час.

в том числе с использованием МАО 20 час.

самостоятельная работа 108 час.

в том числе на подготовку к экзамену 45 час.

курсовой проект 6 семестр

экзамен 6 семестр

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

УМКД обсужден на заседании Департамента медицинской биологии и биотехнологии, протокол от «27» января 2020 г. № 1

Составитель:  И.А. Супрунова

**Оборотная сторона титульного листа УМКД**

**I. Учебно-методический комплекс пересмотрен на заседании Департамента:**

Протокол от «27» января 2020 г. № 1

Директор Департамента



В.В. Кумейко

**АННОТАЦИЯ**  
**учебно-методического комплекса дисциплины**  
**«Процессы и аппараты биотехнологии»**  
**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология**  
**Образовательная программа «Молекулярная биотехнология»**

Учебно-методический комплекс дисциплины «Процессы и аппараты биотехнологии» разработан для студентов 3 курса направлению 19.03.01 Биотехнология образовательной программы «Молекулярная биотехнология» в соответствие с требованиями образовательного стандарта, самостоятельно устанавливаемого ДВФУ, утвержденного приказом ректора от 22.03.2017 № 12-13-485 по данному направлению. Дисциплина «Процессы и аппараты биотехнологических производств» входит в вариативную часть учебного плана. Дисциплина «Процессы и аппараты биотехнологии» логически и содержательно связана с такими курсами, как «Физика», «Основы общей и органической химии», «Основы биотехнологии» и др.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 180 час. Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (18 часов), лабораторные занятия (18 часов), практические занятия (36 час.), самостоятельная работа студента (108 часов, в том числе на подготовку к экзамену 45 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 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).

Автор-составитель  
учебно-методического комплекса



И.А. Супрунова



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

**ШКОЛА БИМЕДИЦИНЫ**

СОГЛАСОВАНО  
Руководитель ОП

В.В. Кумейко

«27» января 2020 г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор Департамента медицинской  
биологии и биотехнологии

В.В. Кумейко

«27» января 2020 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Процессы и аппараты биотехнологии

**Направление подготовки 19.03.01 «Биотехнология»**

Образовательная программа по профилю «Молекулярная биотехнология»

**Форма подготовки очная**

Школа биомедицины

Департамента медицинской биологии и биотехнологии

курс 3, семестр 6

лекции 18 час.

практические занятия 36 час.

лабораторные работы 18 час.

в том числе с использованием МАО лек. 2 /пр. - /лаб. 18 час.

всего часов аудиторной нагрузки 72 час.

в том числе с использованием МАО 20 час.

самостоятельная работа 108 час.

в том числе на подготовку к экзамену 45 час.

курсовой проект 6 семестр

экзамен 6 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта, самостоятельно устанавливаемого ДВФУ, утвержденного приказом ректора от 22.03.2017 № 12-13-485.

Рабочая программа учебной дисциплины обсуждена на заседании Департамента медицинской биологии и биотехнологии, протокол от «27» января 2020 г. № 1

Составитель (ли):  И.А. Супрунова

**Оборотная сторона титульного листа РПУД**

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

Протокол от «27» января 2020 г. № 1

Директор Департамента

  
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ В.В.

Кумейко\_\_\_\_\_

**АННОТАЦИЯ**  
**рабочей программы дисциплины**  
**«Процессы и аппараты биотехнологии»**  
**образовательной программы по профилю**  
**«Молекулярная биотехнология»**  
**направления подготовки бакалавриата**  
**19.03.01 Биотехнология**

Рабочая программа учебной дисциплины «Процессы и аппараты биотехнологии» составлена для обучающихся по профилю «Молекулярная биотехнология» в соответствии с требованиями образовательного стандарта, самостоятельно устанавливаемого федеральным государственным автономным образовательным учреждением высшего образования «Дальневосточный федеральный университет» для реализуемых основных профессиональных образовательных программ по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология, уровень высшего образования бакалавриат, утвержденного приказом ректора от 22.03.2017 № 12-13-485.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 180 час. Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (18 часов), лабораторные занятия (18 часов), практические занятия (36 час.), самостоятельная работа студента (108 часов, в том числе на подготовку к экзамену 45 час.). Дисциплина реализуется на 3 курсе в 6 семестре.

Дисциплина «Процессы и аппараты биотехнологии» связана с другими дисциплинами ОПОП «Физика», «Основы общей и органической химии», «Промышленная микробиология и биотехнология».

**Целью** изучения дисциплины является усвоение основ теории различных биотехнологических процессов, принципов устройства и методов проектирования аппаратов и машин, используемых для реализации этих процессов в условиях реального производства с максимальной эффективностью.

**Задачи**

- 1) изучение физико-химической сущности основных биотехнологических процессов;
- 2) умение проектировать, создавать и эксплуатировать биотехнологическое оборудование с максимальной эффективностью;
- 3) использование энерго- и ресурсосберегающих технологий;
- 4) внедрение в производство результатов научных исследований.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие **общекультурные (ОК), общепрофессиональные (ОПК) и профессиональные (ПК) компетенции** (элементы компетенций):

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОК-5 способностью использовать современные методы и технологии (в том числе информационные) в профессиональной деятельности	Знает	–современные методы и технологии (в том числе информационные)
	Умеет	–использовать современные методы и технологии в профессиональной деятельности
	Владеет	–современными методами и технологиями
ОПК-2 способность и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Знает	–основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования
	Умеет	–применять законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования
	Владеет	–навыками использования естественнонаучных знаний, а также математических методов в своей профессиональной деятельности
ОПК-3 способность использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы	Знает	–современную физическую картину мира, пространственно-временных закономерности, строение вещества для понимания окружающего мира и явлений природы
	Умеет	–разбираться в сущности современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы; разбираться в сущности законов физики и электричества, может их применять
	Владеет	–комплексом знаний о законах физики и пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы и знает их прикладное применение
ОПК-7 способность находить и оценивать новые технологические решения, внедрять результаты биотехнологических исследований и разработок	Знает	–основные понятия и проблемы методологии изучения процессов и аппаратов биотехнологии, теоретические основы законов физики, теплотехники и микробиологии; –методы оценки специфических свойств субстратов, морфологических и физиологических особенности культивируемых микроорганизмов, способы

		культивирования (в асептических условиях
		или без соблюдения условий асептики в периодических и непрерывных условиях), физико-химические свойства ферментационных сред
	Умеет	–применять техническую информацию по вопросам специального оборудования, применяемого в биотехнологических и микробиологических производствах; –читать аппаратно-технологические схемы и обосновывать принятие конкретного технического решения при разработке новых биотехнологических процессов
	Владеет	–принципами и методами нахождения и оценки эффективности эксплуатации биотехнологического оборудования при биотехнологических процессах
ПК-1 способность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции	Знает	–аппаратурное оформление биотехнологического процесса, функции и технические характеристики биореакторов и конструктивные особенности отдельных типов ферментеров; –общие теоретические закономерности гидромеханических, теплообменных процессов, массообменных процессов, мембранных процессов; – тепло- и массообмен между клеткой и культуральной средой при аэробном культивировании
	Умеет	–применять справочные, расчетные и экспериментальные данные по теплофизическим свойствам веществ и их изменениям
	Владеет	–навыками работы со справочной и технической литературой; –навыками работы средств измерения основных параметров биотехнологических процессов
ПК-3 готовность оценивать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения	Знает	–технические характеристики и принципы работы ферментационных аппаратов и биореакторов для процессов микробиологического синтеза; –методы оценки работы биотехнологических процессов аппаратов и с учетом экологических последствий их применения; –вопросы организации ресурсосберегающих производств на предприятиях различного типа
	Умеет	–оперативно планировать и обеспечивать надежность биотехнологических процессов

		производства
	Владеет	–способами рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов различного типа
ПК-4 способность обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда	Знает	–технику безопасности при эксплуатации биотехнологического оборудования, опасности, связанные с антропогенным воздействием на биосферу; –правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда в биотехнологическом производстве
	Умеет	–обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда в биотехнологическом производстве
	Владеет	–методологическими подходами в оценке антропогенного воздействия на окружающую среду; –методами обеспечения техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда при эксплуатации биотехнологических аппаратов

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

- лекции-конференции;
- лекции-презентации;
- проектные методики;
- тестовые задания;
- элементы научно-исследовательской работы.

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

### **Лекционные занятия**

**Тема 1. Основные положения и задачи курса «Процессы и аппараты биотехнологических производств»**

Предмет и задачи дисциплины. Классификация основных процессов технологии. Понятие о движущей силе процесса.

**Тема 2. Лекция-презентация (МАО) Основные закономерности протекания технологических процессов**

Требования, предъявляемые к машинам и аппаратам. Требования, предъявляемые к материалам. Основные типы процессов и аппаратов.

Научные основы протекания процессов. Принцип оптимизации процессов. Основы моделирования процессов и аппаратов. Теория подобия.

### **Тема 3. Механические процессы**

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 4. Лекция-презентация (МАО) Гидромеханические процессы**

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 5. Лекция-презентация (МАО) Теплообменные процессы**

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

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

### **Лабораторные занятия**

**Лабораторная работа 1.** Исследование процессов измельчения в шаровой мельнице

**Лабораторная работа 2.** Сравнительный анализ процесса просеивания на ситах с электромеханическим приводом

**Лабораторная работа 3.** Изучение кинетики гравитационного осаждения

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

**Лабораторная работа 5.** Определение параметров влажного воздуха

**Лабораторная работа 6.** Истечение жидкости через различные насадки

**Лабораторная работа 7.** Расчет сушильной камеры

**Лабораторная работа 8.** Исследование процесса теплопередачи в теплообменнике типа «труба в трубе»

**Лабораторная работа 9.** Определение параметров в процессе сушки

### **Практические занятия**

**Практическое занятие 1. Исследование процессов измельчения в шаровой мельнице**

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

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

*Литература:*

1 Аминов М.С. и др. Процессы и аппараты пищевых производств: Учебник для вузов / М.С.Аминов, М.С. Мурадов, Э.М. Аминова. – М.: Колос, 1999. – 504 с.

2Кавецкий Г.Д. Процессы и аппараты пищевой технологии: Учебник для вузов / Г.Д. Кавецкий, В.В. Васильев. – М.: Колос, 2000. – 551 с.

3Липатов М.М. Процессы и аппараты пищевых производств. – М.: Экономика, 1987. – 272 с.

**Практическое занятие 2. Сравнительный анализ процесса просеивания на ситах с электромеханическим приводом**

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

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

*Литература:*

1 Аминов М.С. и др. Процессы и аппараты пищевых производств: Учебник для вузов / М.С.Аминов, М.С. Мурадов, Э.М. Аминова. – М.: Колос, 1999. – 504 с.

2Кавецкий Г.Д. Процессы и аппараты пищевой технологии: Учебник для вузов / Г.Д. Кавецкий, В.В. Васильев. – М.: Колос, 2000. – 551 с.

3Липатов М.М. Процессы и аппараты пищевых производств. – М.: Экономика, 1987. – 272 с.

**Практическое занятие 3. Изучение кинетики гравитационного осаждения**

*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:*

1 Кавецкий Г.Д. Процессы и аппараты пищевой технологии: Учебник для вузов / Г.Д. Кавецкий, В.В. Васильев. – М.: Колос, 2000. – 551 с.

2 Липатов Н.Н. Процессы и аппараты пищевых производств. М.: Экономика. 1987. – 272 с.

3 Стабников В.Н. Процессы и аппараты пищевых производств. Учебник для вузов, 4-е издание, перераб. и доп./ В.Н. Стабников, В.М. Лысянский, В.Д. Попов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 503 с.

4 Павлов К.Ф. Примеры и задачи по курсу Процессы и аппараты химической технологии. – М.; Л.: Химия, 1981. – 630 с.

5 Расчеты и задачи по процессам и аппаратам пищевых производств. учебное пособие / Под редакцией С.М Гребенюка. – М.: Агропромиздат, 1987. – 304 с.

#### **Практическое занятие 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:*

1 Кавецкий Г.Д. Процессы и аппараты пищевой технологии: Учебник для вузов / Г.Д. Кавецкий, В.В. Васильев. – М.: Колос, 2000. – 551 с.

2 Липатов Н.Н. Процессы и аппараты пищевых производств. М.: Экономика. 1987. – 272 с.

3 Стабников В.Н. Процессы и аппараты пищевых производств. Учебник для вузов, 4-е издание, перераб. и доп./ В.Н. Стабников, В.М. Лысянский, В.Д. Попов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 503 с.

4 Павлов К.Ф. Примеры и задачи по курсу Процессы и аппараты химической технологии. – М.; Л.: Химия, 1981. – 630 с.

5 Расчеты и задачи по процессам и аппаратам пищевых производств. учебное пособие / Под редакцией С.М Гребенюка. – М.: Агропромиздат,

1987. – 304 с.

### **Практическое занятие 5. Определение параметров влажного воздуха**

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

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

Литература:

1 Кавецкий Г.Д. Процессы и аппараты пищевой технологии: Учебник для вузов / Г.Д. Кавецкий, В.В. Васильев. – М.: Колос, 2000. – 551 с.

2 Липатов Н.Н. Процессы и аппараты пищевых производств. М.: Экономика. 1987. – 272 с.

3 Стабников В.Н. Процессы и аппараты пищевых производств. Учебник для вузов, 4-е издание, перераб. и доп./ В.Н. Стабников, В.М. Лысянский, В.Д. Попов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 503 с.

4 Павлов К.Ф. Примеры и задачи по курсу Процессы и аппараты химической технологии. – М.; Л.: Химия, 1981. – 630 с.

5 Расчеты и задачи по процессам и аппаратам пищевых производств. учебное пособие / Под редакцией С.М. Гребенюка. – М.: Агропромиздат, 1987. – 304 с.

### **Практическое занятие 6. Истечение жидкости через различные насадки**

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

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

Литература:

1 Кавецкий Г.Д. Процессы и аппараты пищевой технологии: Учебник для вузов / Г.Д. Кавецкий, В.В. Васильев. – М.: Колос, 2000. – 551 с.

2 Липатов Н.Н. Процессы и аппараты пищевых производств. М.: Экономика. 1987. – 272 с.

3 Стабников В.Н. Процессы и аппараты пищевых производств. Учебник для вузов, 4-е издание, перераб. и доп./ В.Н. Стабников, В.М. Лысянский, В.Д. Попов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 503 с.

4 Павлов К.Ф. Примеры и задачи по курсу Процессы и аппараты химической технологии. – М.; Л.: Химия, 1981. – 630 с.

5 Расчеты и задачи по процессам и аппаратам пищевых производств. учебное пособие / Под редакцией С.М. Гребенюка. – М.: Агропромиздат, 1987. – 304 с.

### **Практическое занятие 7. Расчет сушильной камеры**

*Цель работы:* Изучение процесса сушки.

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

Литература:

1 Кавецкий Г.Д. Процессы и аппараты пищевой технологии: Учебник для вузов / Г.Д. Кавецкий, В.В. Васильев. – М.: Колос, 2000. – 551 с.

2 Липатов Н.Н. Процессы и аппараты пищевых производств. М.: Экономика, 1987. – 272 с.

3 Стабников В.Н. Процессы и аппараты пищевых производств. Учебник для вузов, 4-е издание, перераб. и доп./ В.Н. Стабников, В.М. Лысянский, В.Д. Попов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 503 с.

4 Павлов К.Ф. Примеры и задачи по курсу Процессы и аппараты химической технологии. – М.; Л.: Химия, 1981. – 630 с.

5 Расчеты и задачи по процессам и аппаратам пищевых производств. учебное пособие / Под редакцией С.М Гребенюка. – М.: Агропромиздат, 1987. – 304 с.

### **Практическое занятие 8. Исследование процесса теплопередачи в теплообменнике типа «труба в трубе»**

*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:

1 Аминов М.С. и др. Процессы и аппараты пищевых производств: Учебник для вузов / М.С.Аминов, М.С. Мурадов, Э.М. Аминова. – М.: Колос, 1999. – 504 с.

2 Кавецкий Г.Д. Процессы и аппараты пищевой технологии: Учебник для вузов / Г.Д. Кавецкий, В.В. Васильев. – М.: Колос, 2000. – 551 с.

3 Липатов М.М. Процессы и аппараты пищевых производств. – М.: Экономика, 1987. – 272 с.

### **Практическое занятие 9. Определение параметров в процессе сушки**

*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:

1Кавецкий Г.Д. Процессы и аппараты пищевой технологии: Учебник для вузов / Г.Д. Кавецкий, В.В. Васильев. – М.: Колос, 2000. – 551 с.

2Липатов Н.Н. Процессы и аппараты пищевых производств. М.: Экономика. 1987. – 272 с.

3Стабников В.Н. Процессы и аппараты пищевых производств. Учебник для вузов, 4-е издание, перераб. и доп./ В.Н. Стабников, В.М. Лысянский, В.Д. Попов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 503 с.

4Павлов К.Ф. Примеры и задачи по курсу Процессы и аппараты химической технологии. – М.; Л.: Химия, 1981. – 630 с.

5Расчеты и задачи по процессам и аппаратам пищевых производств. учебное пособие / Под редакцией С.М Гребенюка. – М.: Агропромиздат, 1987. – 304 с.

### **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	промежуточная аттестация
1	Основные положения и задачи курса «Процессы и аппараты биотехнологии». Закономерности протекания процессов биотехнологии	ОК-5; ОПК-2; ПК-4	знает общие представления о процессах и аппаратах биотехнологии, их классификации, а также движущей силе процессов;	Отчет по лабораторной работе	Зачет
			знает правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда умеет применять методы		

			<p>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>		
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>	Отчет по лабораторной работе	Зачет
			<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 безопас-</p>		

			ности и охраны труда		
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 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>	Реферат  Отчет по лабораторной работе	Зачет
4	Теплообменные процессы	ОПК-7; ПК – 1; ПК – 4	<p>знает научные основы протекания технологических процессов;</p> <p>знает общие теоретические закономерности теплооб-</p>	Реферат  Отчёт по лабораторной	Зачет

			<p>менных 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 использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и 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>	работе	
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</p>	<p>Реферат</p> <p>Отчет по лабораторной работе</p>	Зачет

			<p>линии, а также подтвердить 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>		
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 применения</p> <p>умеет выбирать и проектировать отдельные аппараты в технологической линии, а также подтвердить расчетами правильность выбранного решения; 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; владеет навыками оценивать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения</p>	Реферат  Отчет по лабораторной работе	Зачет

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**

*(электронные и печатные издания)*

1. Луканин, А.В. Инженерная биотехнология: процессы и аппараты микробиологических производств: Учебное пособие / А.В. Луканин – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. – 451 с. <http://znanium.com/catalog/product/527535>

2. Процессы и аппараты биотехнологических производств и биотехнологии [Электронный ресурс]: учебное пособие / Д.М. Бородулин [и др.]. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2019. – 292 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/112671>

3. Федоренко, Б.Н. Промышленная биоинженерия. Инженерное сопровождение биотехнологических производств: учебник для вузов / Б.Н. Федоренко. – Санкт-Петербург: Профессия, 2016. – 516 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:834295&theme=FEFU>

### **Дополнительная литература**

*(электронные и печатные издания)*

1. 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>

2. 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>

3. Оптимизация организации потоков в биореакторах непрерывного действия: автореф. дис. ... канд. техн. наук; 05.18.12 / Л.Н. Степаненкова; Московский государственный университет технологий и управления. – М. 2006. – 25 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:349919&theme=FEFU>

4. 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>

5. Степанов, С.В. Расчет площади мембран в мембранных биореакторах / С.В. Степанов // Водоснабжение и санитарная техника: ежемесячный научно-технический и производственный журнал. – 2014. – № 8. – С. 32-38. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:729993&theme=FEFU>

#### **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**

В процессе обучения по дисциплине «Процессы и аппараты биотехнологии» используются следующее программное обеспечение,

установленное на персональных компьютерах Школы биомедицины: офисный пакет Microsoft Office 2010 профессиональный плюс, версия 14.0.6029.1000; обучающий комплекс программ 7-Zip, версия 9.20.00.0; обучающий комплекс программ Abbyy FineReader 11, версия 11.0.460; обучающий комплекс программ Adobe Acrobat XI Pro, версия 11.0.00; браузер для работы в среде WWW Coogle Chrome, версия 42.0.2311.90; обучающий комплекс программ CoreDraw Graphics Suite X3, версия 13.0.0.739.

## **VI МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

### **ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

В соответствии с учебным планом по дисциплине «Процессы и аппараты биотехнологии» предусмотрены лекционные, лабораторные занятия, а также самостоятельная работа студента.

На лекционных занятиях студенту предоставляется базисная информация по курсу, раскрываются основные понятия, излагаются основные положения теорий, гипотез. Важнейшая задача лекционного курса – формирование умений выделения проблем, постановки и проверки гипотез, оценка современного состояния науки. Лекции закладывают основы научных знаний у студентов, являются методом и средством формирования научного мышления. Лекционный материал необходим студентам для дальнейшей работы по освоению программы дисциплины.

На лабораторных занятиях происходит приобретение студентами умений и навыков практической работы с лабораторным оборудованием, химической посудой и реактивами, освоение методики приготовления растворов нужных концентраций, получение первичных навыков по описанию и оформлению результатов экспериментов, формулированию выводов.

Цикл лабораторных занятий обязательно начинается со знакомства с техникой безопасности при работе в лаборатории. Студенты осваивают соответствующие инструкции, затем проводится контрольный опрос, после чего делается соответствующая запись в журнале инструктажа. Студенты, не прошедшие инструктаж, к выполнению лабораторных работ не допускаются. Обязательным требованием также является наличие у студента халата.

Студенты должны быть подготовлены теоретически к теме лабораторной работы. В начале занятия преподаватель проводит устный опрос, чтобы выявить степень готовности студента к лабораторной работе. Перед непосредственным выполнением работы студенты знакомятся с

методикой эксперимента, готовят необходимые реактивы и приборы. Вместе с преподавателем разбирают ход опыта, обращая внимания на ключевые моменты. По окончании практической части лабораторной работы необходимо произвести расчеты, записать уравнения биохимических реакций, дать объяснение полученным результатам, сформулировать выводы. Оформление отчета о лабораторной работе осуществляется либо на занятии, либо после него. Защита отчета происходит на следующем лабораторном занятии.

Самостоятельная работа студента является неотъемлемым элементом программы дисциплины. Эта часть учебной планируемой работы выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа направлена на усвоение системы научных и профессиональных знаний, формирование умений и навыков, приобретение опыта самостоятельной творческой деятельности. Задания для самостоятельной работы студентов и ее учебно-методическое обеспечение представлены в Приложении 1.

К сдаче экзамена допускаются только те студенты, которые не имеют задолженностей по текущему контролю, т.е. ими успешно выполнены индивидуальные задания, сданы контрольные работы и тестовые задания, защищены отчеты по лабораторным работам. Для подготовки к экзамену студентам предлагаются экзаменационные вопросы, охватывающие и систематизирующие как теоретический, так и практический материал курса. На предэкзаменационной консультации преподаватель вместе со студентами разбирает несколько образцов экзаменационных билетов и дает рекомендации по подготовке ответа.

Студентам следует осваивать теоретические знания регулярно, систематически, последовательно от занятия к занятию, тщательно готовиться к практическим и лабораторным работам, в отведенные сроки выполнять индивидуальные задания, контрольные работы, составлять и защищать отчеты по лабораторному практикуму и др. Только в этом случае можно ожидать высокий уровень усвоения материала, формирования необходимых компетенций и, как следствие, успешную сдачу экзамена.

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

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

<p>Лекционная аудитория г. Владивосток, о. Русский п. Аякс д.10, Корпус 25.1, ауд. М422, площадь 158,6 м<sup>2</sup></p>		<p>Моноблок HP ProOne 400 G1 AiO 19.5" Intel Core i3-4130T 4GB DDR3-1600 SODIMM (1x4GB)500GB; Экран проекционный Projecta Elpro Electrol, 300x173 см; Мультимедийный проектор, Mitsubishi FD630U, 4000 ANSI Lumen, 1920x1080; Врезной интерфейс с системой автоматического втягивания кабелей TLS TAM 201 Stan; Документ-камера Avervision CP355AF; Микрофонная петличная радиосистема УВЧ диапазона Sennheiser EW 122 G3 в составе беспроводного микрофона и приемника; Кодек видеоконференцсвязи LifeSizeExpress 220-Codeonly- Non-AES; Сетевая видеочасть Multipix MP-HD718; Две ЖК-панели 47", Full HD, LG M4716CCBA; Подсистема аудиокмутации и звукоусиления; централизованное бесперебойное обеспечение электропитанием</p>
<p>Учебная лаборатория г. Владивосток, о. Русский п. Аякс д.10, Корпус 25.1, ауд. М311, площадь 96,6 м<sup>2</sup></p>		<p>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: матричный коммутатор DVI DXP 44 DVI Pro Extron; удлинитель DVI по витой паре DVI 201 Tx/Rx Extron; Подсистема аудиокмутации 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>Учебная лаборатория г. Владивосток, о. Русский п. Аякс д.10, Корпус 25.1, ауд. М312, площадь 96,3 м<sup>2</sup></p>		<p>Центрифуга молочная с нагревом ЦЛМ 1-12» Анализатор качества молока Лактан 1-4 мод.230 Термостат жидкостный LOIP Lt-20а, объем 5л, 120x150/150мм, Холодильник "Океан-RFD-325В" мечта 111Ч 101-226589 Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK</p>

		<p>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 видеокмутации: матричный коммутатор DVI DXP 44 DVI Pro Extron; удлинитель DVI по витой паре DVI 201 Tx/Rx Extron; Подсистема аудиокмутации 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>Читальные залы Научной библиотеки ДВФУ с открытым доступом к фонду г. Владивосток, о. Русский п. Аякс д.10, 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, GigE, 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 видеомонитором с возможностью регулировки цветовой температуры; увеличивающими электронными лупами и ультразвуковыми маркировщиками</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>



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

---

---

ШКОЛА БИОМЕДИЦИНЫ

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

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

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология**

**Образовательная программа по профилю «Молекулярная 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 лабораторной работе 1 к	2	Отчет по лабораторной работе
2	2 неделя	Подготовка лабораторной работе 2 к	3	Отчет по лабораторной работе
3	3 неделя	Работа с литературой	3	тест
4	4 неделя	Подготовка лабораторной работе 3 к	3	Отчет по лабораторной работе
5	5 неделя	Работа с литературой	3	реферат
6	6-7 недели	Подготовка лабораторной работе 4 к	3	Отчет по лабораторной работе
7	8 неделя	Подготовка лабораторной работе 5 к	3	Отчет по лабораторной работе
8	9 неделя	Работа с литературой	3	реферат
6	10 -11 недели	Подготовка лабораторной работе 6 к	3	Отчет по лабораторной работе
10	12 неделя	Подготовка лабораторной работе 7 к	3	Отчет по лабораторной работе
11	13 неделя	Работа с литературой	4	тест
12	14 -15 недели	Работа с литературой	4	реферат
13	16 неделя	Подготовка лабораторной работе 8 к	4	Отчет по лабораторной работе
14	17 неделя	Подготовка лабораторной работе 9 к	4	Отчет по лабораторной работе
		Работа с литературой	4	реферат
15	Сессия	подготовка к экзамену	45	экзамен
Итого за 6 семестр			108	

### Рекомендации по самостоятельной работе студентов

Самостоятельная работа студента (СРС) по дисциплине «Процессы и аппараты биотехнологии» включает следующие виды деятельности:

- проработка учебного материала (по конспектам, учебной и научной литературе);

- изучение тем теоретического курса, запланированных для самостоятельного освоения

- подготовка и выполнение отчетных материалов по темам, запланированных для самостоятельного освоения

- подготовка сообщений по заданным темам;

- подготовка к выполнению и сдаче лабораторных работ;

- подготовка к контрольным работам, тестированию, экзамену.

На самостоятельную работу рекомендуется уделять в среднем 2 часа в неделю. План-график выполнения СРС по дисциплине «Процессы и аппараты биотехнологии» представлен в таблице.

### **Методические указания к выполнению СРС**

Проработка учебного материала с использованием конспектов лекций, учебной и научной литературы должна осуществляться регулярно, последовательно на протяжении всего семестра. Это позволит успешно осваивать следующие темы.

Одним из видов СРС по дисциплине является подготовка сообщений и мультимедийных презентаций по заданным темам.

### **Темы курсовых проектов**

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.



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

---

---

**ШКОЛА БИОМЕДИЦИНЫ**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
**по дисциплине «Процессы и аппараты биотехнологии»**  
**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология**  
**Образовательная программа по профилю «Молекулярная биотехнология»**  
**Форма подготовки очная**

**Владивосток**  
**2020**

## Паспорт ФОС

### по дисциплине «Процессы и аппараты биотехнологии»

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОК-5 способностью использовать современные методы и технологии (в том числе информационные) в профессиональной деятельности	Знает	–современные методы и технологии (в том числе информационные)
	Умеет	–использовать современные методы и технологии в профессиональной деятельности
	Владеет	–современными методами и технологиями
ОПК-2 способность и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Знает	–основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования
	Умеет	–применять законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования
	Владеет	–навыками использования естественнонаучных знаний, а также математических методов в своей профессиональной деятельности
ОПК-3 способность использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы	Знает	–современную физическую картину мира, пространственно-временных закономерности, строение вещества для понимания окружающего мира и явлений природы
	Умеет	–разбираться в сущности современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы; разбираться в сущности законов физики и электричества, может их применять
	Владеет	–комплексом знаний о законах физики и пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы и знает их прикладное применение
ОПК-7 способность находить и оценивать новые технологические решения, внедрять результаты биотехнологических исследований и разработок	Знает	–основные понятия и проблемы методологии изучения процессов и аппаратов биотехнологии, теоретические основы законов физики, теплотехники и микробиологии; –методы оценки специфических свойств субстратов, морфологических и физиологических особенности культивируемых микроорганизмов, способы культивирования (в асептических условиях)

		или без соблюдения условий асептики в периодических и непрерывных условиях), физико-химические свойства ферментационных сред
	Умеет	–применять техническую информацию по вопросам специального оборудования, применяемого в биотехнологических и микробиологических производствах; –читать аппаратурно-технологические схемы и обосновывать принятие конкретного технического решения при разработке новых биотехнологических процессов
	Владеет	–принципами и методами нахождения и оценки эффективности эксплуатации биотехнологического оборудования при биотехнологических процессах
ПК-1 способность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции	Знает	–аппаратурное оформление биотехнологического процесса, функции и технические характеристики биореакторов и конструктивные особенности отдельных типов ферментеров; –общие теоретические закономерности гидромеханических, теплообменных процессов, массообменных процессов, мембранных процессов; – тепло- и массообмен между клеткой и культуральной средой при аэробном культивировании
	Умеет	–применять справочные, расчетные и экспериментальные данные по теплофизическим свойствам веществ и их изменениям
	Владеет	–навыками работы со справочной и технической литературой; –навыками работы средств измерения основных параметров биотехнологических процессов
ПК-3 готовность оценивать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения	Знает	–технические характеристики и принципы работы ферментационных аппаратов и биореакторов для процессов микробиологического синтеза; –методы оценки работы биотехнологических процессов аппаратов и с учетом экологических последствий их применения; –вопросы организации ресурсосберегающих производств на предприятиях различного типа
	Умеет	–оперативно планировать и обеспечивать надежность биотехнологических процессов производства

	Владеет	–способами рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов различного типа
ПК-4 способность обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда	Знает	–технику безопасности при эксплуатации биотехнологического оборудования, опасности, связанные с антропогенным воздействием на биосферу; –правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда в биотехнологическом производстве
	Умеет	–обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда в биотехнологическом производстве
	Владеет	–методологическими подходами в оценке антропогенного воздействия на окружающую среду; –методами обеспечения техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда при эксплуатации биотехнологических аппаратов

№ 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	ОК-5; ОПК-2; ПК-4	знает общие представления о процессах и аппаратах биотехнологии, их классификации, а также движущей силе процессов; знает правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда  умеет применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для расчета процессов биотехнологии; умеет обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны	Отчет по лабораторной работе	Зачет

			<p>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>		
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</p>	<p>Реферат</p> <p>Отчет по лабораторной работе</p>	Зачет

			<p>безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда</p> <p>умеет выбирать оптимальные технологические 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>умеет выбирать и проектировать отдельные аппараты в технологической линии, а также подтверждать расчетами правиль-</p>	Реферат  Отчёт по лабораторной работе	Зачет

			<p>ность выбранного решения; 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 расчетов соответствующих аппаратов;</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>		
5	Массообменные процессы	ОПК-7; ПК – 4	<p>знает научные основы протекания технологических 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 обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда</p>	Реферат  Отчет по лабораторной работе	Зачет

			<p>владеет методами расчетов нестационарных технологических процессов биотехнологии и прочностных расчетов соответствующих аппаратов;</p> <p>владеет способностью обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда</p>		
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
ОК 5 - способность использовать современные методы и	знает  (пороговый уровень)	основы проблематики и методологии наук и методов научного исследования	знание основ проблематики и методологии наук и методов научного	способностью перечислить основы проблематики и методологии наук и	61 -75

технологии (в том числе информационные) в профессиональной деятельности			исследования	методов научного исследования параметры	
	умеет (продвинутый)	Осуществлять научный информационный поиск	Умение осуществлять научный информационный поиск	Способность обосновывать и применять полученные результаты при производстве продуктов питания	76–85
	владеет (высокий)	Основными способами проектирования электротехнических устройств	Владение способностью сформулировать задание по научному исследованию, владение инструментами представления результатов научных исследований	Способность самостоятельно проводить исследования и представлять их результаты на обсуждение	86 – 100
ОПК-2 способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	знает (пороговый уровень)	основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования	знание основных понятий и проблем методологии электротехники и электроники	способность перечислить и раскрыть суть методов исследования, которые изучил и освоил бакалавр	45-64
	умеет (продвинутый)	применять законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования	умение работать с библиотечными каталогами, умение применять методы научных исследований, умение представлять результаты исследований	способность обосновывать и применять полученные результаты научных исследований	65-84
	владеет (высокий)	навыками использования естественнонаучных знаний, а также математических методов в своей профессиональной деятельности	владение инструментами представления результатов научных исследований	способность проводить самостоятельные исследования и представлять их результаты на обсуждение на круглых столах, семинарах, научных конференциях	85-100
ОПК-3 способностью использовать знания о современной	знает (пороговый уровень)	современную физическую картину мира, пространственно-временных	знает общие теоретические закономерности гидро-механических,	способность характеризовать общие теоретические закономерности гидро-механических,	45-64

физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы		закономерности, строение вещества для понимания окружающего мира и явлений природы;	тепло-массообменных процессов	тепло-массообменных процессов	
	умеет (продвинутой)	разбираться в сущности современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы; разбираться в сущности законов физики и электричества, может их применять	умеет применять справочные, расчетные и экспериментальные данные по теплофизическим свойствам веществ и их изменениям	способность применять справочные, расчетные и экспериментальные данные по теплофизическим свойствам веществ и их изменениям	65-84
	владеет (высокий)	комплексом знаний о законах физики и пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы и знает их прикладное применение	владеет навыками работы со справочной и технической литературой	способность использовать справочную и техническую литературу	85-100
ОПК-7 способностью находить и оценивать новые технологические решения, внедрять результаты биотехнологических исследований и разработок	знает (пороговый уровень)	основные понятия и проблемы методологии изучения электротехники и электроники, теоретические основы законов физики и электротехники; нормы расчета и потребления электричества для электроприборов, способы оценки эффективности электропотребления	знание 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 (продвинутой)	применять техническую информацию по вопросам	умение выбирать оптимальные технологические режимы и	способность выбирать оптимальные технологические	65-84

		электрооборудования, читать схемы и обосновывать принятие конкретного технического решения при разработке новых технологических процессов	наиболее рациональные типы аппаратов	режимы и наиболее рациональные типы аппаратов	
	владеет (высокий)	принципами и методами нахождения и оценки эффективности эксплуатации электрооборудования при технологических процессах	владение методами простых расчетов параметров биотехнологических процессов и оборудования	способность использовать методы простых расчетов параметров биотехнологических процессов и оборудования	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 гидро-механических, тепло-массообменных процессов	знание вопросов организации ресурсосберегающих производств на п.о.п. различного типа	способность дать определения основных понятий предметной области исследования; способность перечислить и раскрыть суть расчетов, которые изучил и освоил бакалавр	45-64
	умеет (продвинутый)	применять справочные, расчетные и экспериментальные данные по теплофизическим свойствам веществ и их изменениям	умение связывать технологические процессы с движением потоков в производственном процессе	способность работать с НД, СНИП, каталогами оборудования п.о.п.	65-84
	владеет (высокий)	навыками работы со справочной и технической литературой	инструментами, методами рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов п.о.п. различного типа	способность бегло и точно применять терминологический аппарат предметной области исследования в устных ответах на вопросы и в письменных работах, способность проводить самостоятельные исследования и представлять их результаты на	85-100

				обсуждение на семинарах.	
ПК-3 готовностью оценивать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения	знает (пороговый уровень)	Вопросы организации ресурсосберегающих производств на предприятиях различного типа	знание методов систематизации и обобщения информации по использованию и формированию ресурсов,	способность систематизировать и обобщать информацию по планированию	45-64
	умеет (продвинутый)	Оперативно планировать и обеспечивать надежность технологических процессов производства	умение работать со специальной литературой фундаментального и прикладного характера и информационными источниками по использованию и формированию ресурсов	способность применять информацию специальной литературы фундаментального и прикладного характера и информационные источники для формирования ресурсной базы предприятия	65-84
	владеет (высокий)	Способами рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов различного типа	владение систематизации и обобщению информации по использованию и формированию ресурсов, методами	способность в полной мере обобщать, систематизировать и применять информацию специальной литературы фундаментального и прикладного характера для формирования ресурсной базы предприятия	85-100
ПК-4 способностью обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда	знает (пороговый уровень)	технику безопасности при эксплуатации технологического оборудования, опасности, связанные с антропогенным воздействием на биосферу	порядок оценки уровня воздействия негативного производственного фактора, связанного с эксплуатацией технического оборудования и биомедицинских и экологических лабораторий	особенности воздействия вредных производственных факторов на организм человека	
	умеет (продвинутый)	делать заключение об источниках негативного	составить перечень возможных	составить перечень предупредительных мер по	

		воздействия на природную среду	нежелательных последствий при эксплуатации технического оборудования	профилактике травматизма и профессиональных заболеваний	
	владеет (высокий)	методологическими подходами в оценке антропогенного воздействия на окружающую среду, методами обеспечения техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда	способностью определить по типу оборудования возможные нежелательные последствия для оператора при его эксплуатации	методикой составления технических инструкций по безопасной эксплуатации лабораторного оборудования	

### **Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины**

**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.

**Промежуточная аттестация студентов.** Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Процессы и аппараты биотехнологии» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной. В соответствии с учебным планом видом промежуточной аттестации является экзамен в форме устного ответа на вопросы

экзаменационного билета. На подготовку студенту отводится 40 минут. В ходе ответа ему задаются уточняющие и дополнительные вопросы для оценки степени владения материалом.

## **Оценочные средства для промежуточной аттестации**

### **Вопросы к экзамену**

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 биотехнологических 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 Щукарева.
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.

### 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 смешительного типа;
- б) рекуперативные и регенеративные аппараты;
- в) рекуперативные и смешительного 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 температуры 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.

**Критерии оценки тестовых заданий»:**

<b>Оценка</b>	<b>Требования к содержанию</b>
38 баллов	выставляется студенту, если он правильно выполнил все задания и аккуратно оформил работу.
37 и менее баллов	выставляется студенту, если он при выполнении заданий допустил ошибки*.

\*Снижение количества баллов соответствует

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

<b>Оценка</b>	<b>Требования к содержанию</b>
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.