

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 12.09.2021 20:57:51  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет)»

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной и методической работе

\_\_\_\_\_ Б.В.Пекаревский

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**Процессы и аппараты биотехнологии**

Направление подготовки

**19.03.01 Биотехнология**

Направленность образовательной программы

**Молекулярная биотехнология**

Квалификация

**Бакалавр**

Форма обучения

**Заочная**

Факультет **химической и биотехнологии**

Кафедра **молекулярной биотехнологии**

Санкт-Петербург

2016

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Разработчик		М.В. Рутто

Рабочая программа дисциплины «Процессы и аппараты биотехнологии» обсуждена на заседании кафедры молекулярной биотехнологии  
протокол от «14» января 2016 № 10  
Заведующий кафедрой

Д.О.Виноходов

Одобрено учебно-методической комиссией факультета химической и биотехнологии  
протокол от «20» января 2016 № 6  
Председатель

М.В.Рутто

## СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Биотехнология»		доцент Т.Б.Лисицкая
Директор библиотеки		Т.Н.Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И.Богданова
Начальник УМУ		С.Н.Денисенко

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	04
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы .....	05
3. Объем дисциплины .....	05
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий .....	06
4.2. Занятия лекционного типа .....	06
4.3. Занятия семинарского типа .....	07
4.3.1. Семинары, практические занятия .....	07
4.3.2. Лабораторные занятия .....	08
4.4. Самостоятельная работа .....	08
4.4.1 Темы курсовых работ .....	09
4.4.2 Варианты контрольных работ .....	09
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	09
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации .....	09
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины .....	10
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины .....	11
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .....	11
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии .....	11
10.2. Программное обеспечение .....	11
10.3. Информационные справочные системы .....	12
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине .....	12
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....	12

Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

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

В результате освоения образовательной программы бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Коды компетенции	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
<b>ПК-1</b>	способностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции	<p><b>Знать:</b> основные разделы технического проекта; теорию массообмена и теплообмена; методы оптимизации основных стадий биотехнологических процессов.</p> <p><b>Уметь:</b> выбрать, рассчитать и проанализировать работу основного технологического оборудования микробиологических производств; составить технологические схемы с аппаратурно-графическим изображением; использовать компьютерную графику при подготовке и оформлении научно-технической документации; составить технико-экономическое обоснование проекта</p> <p><b>Владеть:</b> методами расчета основных параметров биотехнологических процессов и оборудования; методами конструирования и расчета установок для стерилизации питательных сред; методами моделирования и масштабирования биотехнологического процесса.</p>
<b>ПК-2</b>	Способностью к реализации и управлению биотехнологическими процессами	<p><b>Знать:</b> методы и средства обеспечения качества управления технологическими процессами; методы оценки качества работы производственного персонала</p> <p><b>Уметь:</b> поставить и решить задачу оптимизации биотехнологического процесса; использовать алгоритмы оптимизации управления биотехнологическими процессами; оценивать качество управления технологическим процессом;</p> <p><b>Владеть:</b> навыками оценки эффективности и качества управления биотехнологическими процессами</p>
<b>ПК-3</b>	Готовностью оценивать технические средства и технологии с учетом	<p><b>Знать:</b> биохимические, химические, физико-химические и тепловые процессы, протекающие в биореакторах</p>

Коды компетенции	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
	экологических последствий их применения	и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта; экологические аспекты биотехнологического производства <b>Уметь:</b> рассчитать основные стадии очистки воды и воздуха; проектировать очистные сооружения и установки <b>Владеть:</b> методами очистки и стерилизации воздуха; идеологией экологически безопасного биотехнологического производства.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам (Б1.В.13) и изучается на 5 курсе.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Общая биотехнология», «Процессы и аппараты».

Полученные в процессе изучения дисциплины «Процессы и аппараты биотехнологии» знания, умения и навыки могут быть использованы в при прохождении производственной практики, выполнении курсовых проектов и при выполнении выпускной квалификационной работы.

## 3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Заочная форма обучения
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	5/ 180
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>20</b>
занятия лекционного типа	10
занятия семинарского типа, в т.ч.	-
семинары, практические занятия	8
лабораторные работы	-
курсовое проектирование (КП)	2
КСР	-
другие виды контактной работы	
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>151</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	<b>3Кр</b>
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)	КП, экзамен (9)

#### 4. Содержание дисциплины.

##### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, акад. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1.	Основы проектирования	2	2	-	14	ПК-1, ПК-2
2.	Методы стерилизации питательных сред. Стерилизация твердых питательных сред	2	2	-	20	ПК-1, ПК-2
3.	Стерилизация и очистка воздуха	2	2	-	10	ПК-2
4.	Общие сведения и основные типы биохимических реакторов	2	2	-	42	ПК-1, ПК-2
5.	Расчет числа периодически действующих аппаратов	2	2	-	65	ПК-1, ПК-2, ПК-3

##### 4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<i>Основы проектирования.</i> Основные задачи технологического проектирования. Стадии и этапы технологического проектирования. Принципы проектирования. Технический проект. Основные блоки технологической схемы и их назначение. Составление ТЭО.	2	Слайд-презентация
2	<i>Методы стерилизации питательных сред.</i> Кинетика тепловой гибели микроорганизмов. Количественная оценка стерильности среды (смертельное время, степень стерилизации, критерий эффективности стерилизации).	2	Слайд-презентация

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационная форма
3	<p><i>Стерилизация и очистка воздуха.</i></p> <p>Способы стерилизации воздуха, подаваемого на ферментацию. Способ фильтрации через полые волокна.</p> <p>Очистка воздуха, выходящего из ферментатора. Скрубберы Вентури, их расчет. Понятие эффективности улавливания пыли.</p>	2	Слайд-презентация
4	<p><i>Общие сведения о биохимических реакторах.</i></p> <p>Стадии, лимитирующие скорость биохимического процесса. Модели переноса кислорода (жидкость-клетка, жидкость-жидкость, газ-жидкость). Основные параметры биохимических реакторов (степень утилизации субстрата, выход целевого продукта, селективность). Связь между этими параметрами.</p> <p>Перемешивание и аэрация в биохимических реакторах. Интенсивность и эффективность перемешивания.</p> <p>Массообмен в биохимических реакторах. Общее уравнение переноса и его составляющие (локальное изменение субстанции, конвективный перенос, диффузионный перенос, действие источника или стока). Уравнение конвективной диффузии с учетом скорости потребления веществ в процессе биосинтеза. Уравнение диффузии после ряда упрощений. Уравнение материального баланса по биомассе и субстрату. Тепловой баланс процесса ферментации в биореакторе.</p> <p>Принципы выбора биохимического реактора. Основные принципы масштабирования биореакторов.</p>	2	Слайд-презентация
5	<p><i>Расчет числа периодически действующих аппаратов.</i></p> <p>Понятие цикла работы аппарата. Расчет временного КПД периодически действующего аппарата. Принцип построения циклограммы.</p>	2	Слайд-презентация

### 4.3. Занятия семинарского типа.

#### 4.3.1. Семинары, практические занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационная форма
----------------------	--	-------------------	--------------------

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	Расчет количества питания, необходимого для подачи в ферментатор и удельного расхода кислорода на выращивание биомассы	2	-
2	Расчет времени выдержки питательной среды при периодическом способе стерилизации острым паром	2	-
3	Расчет газосодержания в ферментаторе с механическим диспергируваем газом	2	
5	Расчет реактора непрерывного действия с перемешиванием и аэрированием для	2	
5	Расчет числа периодически действующих аппаратов. Построение циклограммы.	2	

#### 4.3.2. Лабораторные занятия.

Учебным планом не предусмотрены.

#### 4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Методы стерилизации питательных сред	14	
2	Способы термической стерилизации питательных сред. Периодическая стерилизация,	5	
2	Промышленная схема установки непрерывной стерилизации (УНС).	5	
2	Определение критерия эффективности стерилизации при непрерывном способе стерилизации жидких питательных сред.	5	
2	Определение оптимальной эффективности стерилизации питательных сред и суммарных относительных потерь сырья	5	Контрольная работа №1
3	Технологическая схема ступенчатой очистки. Фильтрующие материалы, их характеристика, требования к ним.	10	
4	Задача оптимизации выбора биохимического реактора (с использованием различных	14	
4	Массообменные характеристики биохимических реакторов (скорость сорбции кислорода, степень использования кислорода, обобщенный	14	
4	Процессы разделения многокомпонентных смесей	14	Контрольная работа №2
5	Расчет головных фильтров при стерилизации воздуха.	13	
5	Расчет геометрических параметров трубы Вентури и эффективности пылеулавливания	13	

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
5	Расчет расхода мощности на перемешивание в ферментаторе с мешалкой.	13	
5	Определение коэффициента теплоотдачи в ферментаторе с мешалкой	13	
5	Расчет коэффициента массоотдачи при механическом перемешивании в системе газ-	13	Контрольная работа №3

#### 4.4.1 Варианты контрольных работ

Варианты контрольных работ носят индивидуальный характер и направлены на освоения предусмотренных элементов компетенций.

##### *Вариант контрольной работы №1*

1. Написать, какие способы стерилизации питательных сред Вы знаете.
2. Перечислить основные критерии оценки эффективности периодической стерилизации питательных сред.
3. Перечислить достоинства периодического процесса стерилизации питательных сред по сравнению с непрерывным.
4. Написать формулу для расчета временного КПД периодического процесса стерилизации питательных сред. Проанализируйте ее.
5. Сформулировать задачу оптимизации стерилизации питательных сред.
6. Задача (рассчитать критерий эффективности стерилизации питательных сред).

##### *Вариант контрольной работы №2*

1. Перечислить основные механизмы задерживания пыли в волокнистых фильтрах.
2. Сделать эскиз трубы Вентури.
3. На какие виды делятся трубы Вентури и на каких стадиях технологического производства они используются.
4. Задача (рассчитать геометрические параметры и критерий эффективности пылеулавливания в трубе Вентури).

##### *Вариант контрольной работы №3*

1. Расчет каких параметров включает в себя «Полный расчет ферментатора».
2. Опишите одну из известных Вам моделей массопереноса кислорода в аппарате.
3. Перечислите основные массообменные характеристики биохимических реакторов.
4. Сформулируйте одну из задач оптимизации выбора биохимического реактора.

#### 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте Медиа: <http://media.technolog.edu.ru>

## **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации**

Своевременное выполнение обучающимся мероприятий текущего контроля позволяет превысить (достигнуть) пороговый уровень («удовлетворительно») освоения предусмотренных элементов компетенций.

Результаты дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций превышен (достигнут) пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена и защиты курсового проекта.

К сдаче экзамена допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.

Экзамен предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются вопросами (заданиями) двух видов: теоретический вопрос (для проверки знаний) и комплексная задача (для проверки умений и навыков).

При сдаче экзамена, студент получает три вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 30 мин.

Пример варианта вопросов на экзамене:

### **Вариант № 1**

1. Методы стерилизации питательных сред. Кинетика тепловой гибели микроорганизмов.
2. Теоретические основы фильтрации воздуха. Захват, диффузионное осаждение.
3. Стандарт качества GMP. Общие положения.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1.

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

### **а) основная литература:**

1. Титова, Л.М. Массообменные процессы в химической и пищевой технологии. Лабораторные и практические занятия: учебное пособие для вузов по направлениям подготовки: "Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии" (профиль "Машины и аппараты химических производств"), "Технологические машины и оборудование" (профиль "Машины и аппараты пищевых производств") / Л. М. Титова, И. Ю. Алексанян, А. Х.-Х. Нугманов. - Электрон. текстовые дан. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2014. - 224 с. – ЭБС.

2. Пушкарев, М.А. Основы биотехнологии : учебное пособие / М. А. Пушкарев, Б. А. Колесников, М. М. Шамцян ; СПбГТИ(ТУ). Каф. технологии микробиол. синтеза. – Ч. 1: Массообменные характеристики биореакторов. – СПб, 2015. - 30 с.-ЭБ.

3. Общая биология и микробиология: Учебное пособие для вузов по направлению "Биотехнология" / А. Ю. Просеков, Л. С. Солдатова, И. С. Разумникова, О. В. Козлова. - 2-е изд., испр. и доп. - СПб.: Проспект науки, 2012. - 319 с.

4. Гумеров, А. М. Математическое моделирование химико-технологических процессов : учебное пособие для вузов по направлениям "Химическая технология" и "Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и

биотехнологии" / А. М. Гумеров. - 2-е изд., перераб. - Электрон. текстовые дан. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2014. - 176 с.

**б) дополнительная литература:**

5. Зуева, С.Б. Экозащитные технологии систем водоотведения предприятий пищевой промышленности: Учебное пособие по направлениям подготовки 260100 "Продукты питания из растительного сырья" и 260200 "Продукты питания животного происхождения" / С. Б. Зуева, С. С. Зарцына, В. И. Щербаков. - СПб.: Проспект науки, 2012. - 327 с.

6. Введение в фармацевтическую микробиологию / В. И. Кочеровец [и др.]; под ред. В. А. Галынкина, В. И. Кочеровца. - СПб. : Проспект науки, 2014. - 238 с.-ЭБС.

7. Нетрусов, А.И.. Введение в биотехнологию: учебник для вузов по направлению "Биология" и смежным направлениям / А. И. Нетрусов. - М.: Академия, 2014. - 288 с.

**в) вспомогательная литература:**

8. Биоинженерия: выпарные аппараты пленочного типа (методы расчета): учебное пособие / Н. Н. Смирнов, А. И. Гинак, Д. О. Виноходов, Е. Б. Аронова; СПбГТИ(ТУ). Каф. процессов и аппаратов. Каф. молекуляр. биотехнологии. – СПб. : [б. и.], 2004. - 37 с.

9. Клунова С. М. Биотехнология: учебник для высш. пед. проф. образования/ С. М. Клунова, Т. А. Егорова, Е. А. Живухина. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 256 с.

10. Безбородов, А.М. Микробиологический синтез/ А. М. Безбородов, Г. И. Квеситадзе. - СПб.: Проспект науки, 2011. - 141 с.

11. Шугалей, И.В. Химия белка: учебное пособие для вузов по направлению "Биотехнология" / И. В. Шугалей, А. В. Гарабаджиу, И. В. Целинский. - СПб.: Проспект науки, 2011. - 199 с.

**8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

учебный план, РПД и учебно-методические материалы: <http://media.technolog.edu.ru>  
электронный учебник «Управление качеством»  
[http://studme.org/1455042310874/menedzhment/upravlenie\\_kachestvom](http://studme.org/1455042310874/menedzhment/upravlenie_kachestvom)  
сайт «НПО Техноконт» <http://www.technocont.ru>;  
сайты фирм разработчиков АСУТП: [www.adastra.ru](http://www.adastra.ru); [www.foit.ru](http://www.foit.ru); [www.metso.ru](http://www.metso.ru);  
[www.siemens.ru](http://www.siemens.ru);

электронно-библиотечные системы:

«Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;  
«Лань» <https://e.lanbook.com/books/>.

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

Все виды занятий по дисциплине «Процессы и аппараты биотехнологии» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТО СПбГТИ 020-2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТО СПбГТИ 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 016-2014. КС УКВД. Порядок проведения зачетов и экзаменов.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

- плановость в организации учебной работы;
- серьезное отношение к изучению материала;
- постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходить, имея багаж знаний и вопросов по уже изученному материалу.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

### **10.1. Информационные технологии.**

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

- чтение лекций с использованием слайд-презентаций;
- видеоматериалы компании «НПО Техноконт»;
- взаимодействие с обучающимися посредством электронной почты.

### **10.2. Программное обеспечение.**

Microsoft Office (Microsoft Excel);

P.I.D. – expert станция инженерного сопровождения систем автоматического регулирования, версия 2.05 (демо-версия).

### **10.3. Информационные справочные системы.**

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»

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

Для ведения лекционных и практических занятий используется аудитория, оборудованная средствами оргтехники, на 15 посадочных мест.

Для проведения лабораторных занятий используется компьютерный класс, оборудованный персональными компьютерами, объединенными в сеть.

## **12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.**

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебные процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014г.

**Фонд оценочных средств  
для проведения промежуточной аттестации по  
дисциплине «Процессы и аппараты биотехнологии»**

**1. Перечень компетенций и этапов их формирования.**

<b>Компетенции</b>		
<b>Индекс</b>	<b>Формулировка</b>	<b>Этап формирования</b>
<b>ПК-1</b>	<b>способностью</b> осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и <b>использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции</b>	промежуточный
<b>ПК-2</b>	<b>Способностью</b> к реализации и <b>управлению технологическими процессами</b>	промежуточный
<b>ПК-3</b>	<b>Готовностью</b> оценивать <b>технические средства</b> и технологии с <b>учетом экологических последствий их применения</b>	промежуточный

**2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания.**

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Освоение раздела № 1	<i>Знает</i> основные разделы технического проекта; <i>Умеет</i> выбрать, рассчитать и проанализировать работу основного технологического оборудования <i>Владеет</i> методами расчета основных параметров биотехнологических процессов и оборудования	Правильные ответы на вопросы №1-19 к экзамену	ПК-1,
	<i>Знает</i> методы и средства обеспечения качества управления технологическими процессами; <i>Умеет</i> поставить и решить задачу оптимизации технологического процесса; <i>Владеет</i> навыками оценки эффективности управления технологическими процессами	Правильные ответы на вопросы №20-29 к экзамену	ПК-2
Освоение раздела №2	<i>Знает</i> теорию массообмена и теплообмена	Правильные ответы на	ПК-1

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
	<p><i>Умеет</i> выбрать, рассчитать и проанализировать работу основного оборудования для стерилизации питательных сред.</p> <p><i>Владеет</i> методами конструирования и расчета установок для стерилизации питательных сред</p>	вопросы №1-19 к экзамену	
	<p><i>Знает</i> методы и средства обеспечения качества процессами стерилизации питательных сред</p> <p><i>Умеет</i> поставить и решить задачу оптимизации процесса стерилизации.</p> <p><i>Владеет</i> навыками оценки эффективности и качества управления технологическими процессами</p>	Правильные ответы на вопросы №20-29 к экзамену	ПК-2
Освоение раздела № 3	<p><i>Знает</i> теорию массообмена и теплообмена</p> <p><i>Умеет</i> выбрать, рассчитать и проанализировать работу основного технологического оборудования микробиологических производств</p> <p><i>Владеет</i> методами конструирования и расчета установок для стерилизации питательных сред</p>	Правильные ответы на вопросы №20-29 к экзамену	ПК-2
Освоение раздела №4	<p><i>Знает</i> методы оптимизации основных стадий биотехнологических процессов.</p> <p><i>Умеет</i> составить технологические схемы с аппаратурно-графическим изображением;</p> <p><i>Владеет</i> методами моделирования и масштабирования биотехнологического процесса.</p>	Правильные ответы на вопросы №1-19 к экзамену	ПК-1
	<p><i>Знает</i> методы и средства обеспечения качества управления технологическими</p>	Правильные ответы на вопросы №20-29	ПК-2

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
	<p>процессами</p> <p><i>Умеет</i> использовать алгоритмы оптимизации управления технологическими процессами</p> <p><i>Владеет</i> навыками оценки эффективности и качества управления технологическими процессами</p>	к экзамену	
Освоение раздела № 5	<p><i>Знает</i> методы оптимизации основных стадий биотехнологических процессов.</p> <p><i>Умеет</i> составить технологические схемы с аппаратурно-графическим изображением;</p> <p><i>Владеет</i> методами моделирования и масштабирования биотехнологического процесса.</p>	Правильные ответы на вопросы №1-19 к экзамену	ПК-1,
	<p><i>Знает:</i> методы оценки качества работы производственного персонала</p> <p><i>Умеет:</i> оценивать качество управления технологическим процессом;</p> <p><i>Владеть:</i> навыками оценки эффективности и качества управления технологическими процессами</p>	Правильные ответы на вопросы №20-29 к экзамену	ПК-2,
	<p><i>Знать:</i> экологические аспекты биотехнологического производства</p> <p><i>Уметь:</i> рассчитать основные стадии очистки воды и воздуха; проектировать очистные сооружения и установки</p> <p><i>Владеть:</i> методами очистки и стерилизации воздуха; идеологией экологически безопасного</p>	Правильные ответы на вопросы №30-42 к экзамену	ПК-3

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):  
по дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме экзамена и (или) курсового проекта (работы), то шкала оценивания – балльная.

### **3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации.**

#### **а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-1:**

1. Методы стерилизации питательных сред. Кинетика тепловой гибели микроорганизмов.
2. Количественная оценка стерильности среды. Микробиологическая оценка воды и воздуха.
3. Оптимизация процесса тепловой стерилизации жидких питательных сред.
4. Периодический способ стерилизации жидких питательных сред.
5. Стерилизация питательных сред при помощи глухого пара.
6. Стерилизация питательных сред при помощи острого пара.
7. Стерилизация питательных сред при помощи электронагрева.
8. Непрерывный способ тепловой стерилизации питательных сред. Промышленная схема УНС.
9. Теоретические основы фильтрации воздуха. Инерционное осаждение.
10. Теоретические основы фильтрации воздуха. Захват, диффузионное осаждение.
11. Гидравлическое сопротивление аэрозольных фильтров. Расчет толщины фильтров.
12. Очистка воздуха в трубах Вентури.
13. Теоретические основы проектирования биохимических реакторов. Параметры биореакторов.
14. Принцип построения математической модели биохимического реактора.
15. Задача оптимизации выбора биохимического реактора.
16. Газлифтный реактор. Конструкции.
17. Газлифтный реактор. Вывод уравнения циркуляционного контура.
18. Примеры математических моделей биохимических реакторов.
19. Пенообразование в биохимическом реакторе.

#### **б) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-2:**

20. Общие сведения о биохимических процессах. Стадии, лимитирующие скорость биохимического процесса.
21. Перемешивание и аэрация в биохимических реакторах.
22. Массообменные характеристики биохимических реакторов.
23. Масштабирование биохимических реакторов.
24. 2-х пленочная теория и теория диффузионного пограничного слоя.
25. Выбор типа биохимического реактора.
26. Определение цикла работы аппарата. Понятие о временном КПД.
27. Гидродинамические модели структуры потоков в аппарате.
28. Цикл работы аппарата. Построение циклограммы.
29. Материальный и тепловой баланс биотехнологического реактора.

#### **в) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-3:**

30. Стандарт качества GMP. Общие положения.
31. Расчет ионообменных колонн.
32. Технико-экономическое обоснование.

33. Структура ТЭО.
34. Технический проект. Основные разделы пояснительной записки к техническому проекту.
35. Мембранные биореакторы.
36. Примеры мембранных процессов в биотехнологии.
37. Механизм мембранного разделения.
38. Основные характеристики мембран.
39. Основные типы биохимических процессов и их классификация.
40. Основные варианты проведения хроматографического процесса.
41. ВЭЖХ.
42. Математическое описание процесса хроматографии.

### **3.1. Темы курсовых проектов**

Темы курсовых проектов носят индивидуальный характер и направлены на освоения предусмотренных элементов компетенций. При необходимости для выполнения курсового проекта бакалавры также могут быть объединены преподавателем в группы по 3-4 человека для более полного и корректного выполнения задания.

Ниже приведены примерные темы курсовых работ:

- 1 Производство белка.
- 2 Производство органических кислот. Альтернативные технологии.
- 3 Производство аминокислот.
- 4 Производство витамина В12.
- 5 Производство стероинов.
- 6 Производство липидов.
- 7 Производство каротиноидов.
- 8 Производство нуклеиновых кислот.
- 9 Производство антибиотиков (стрептомицин, пенициллин, тетрациклин).
- 10 Производство рибоксина.
- 11 Производство ферментов (амилаза, липаза, холинэстераза).
- 12 Производство пищевых ароматизаторов

К экзамену допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. При сдаче экзамена, студент получает три вопроса из перечня, приведенного выше.

Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 30 мин.

### **4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СПб ГТИ(ТУ) 016-2014. КС УКВД. Порядок проведения зачетов и экзаменов.