

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 05.08.2024 15:14:59  
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**  
27.06.2024 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**Основы биотехнологии**  
Направление подготовки  
**05.03.06 Экология и природопользование**  
Направленность образовательной программы  
**Экология и природопользование**  
Квалификация  
**Бакалавр**  
Форма обучения  
**Очная**

Факультет Химической и биотехнологии  
Кафедра Технологии микробиологического синтеза

Санкт-Петербург  
2024

**Б1.О.23**

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Заведующий кафедрой технологии микробиологического синтеза		Доцент Шамцян М. М.

Рабочая программа дисциплины «Основы биотехнологии» обсуждена на заседании кафедры технологии микробиологического синтеза протокол от 05.03.2024 г. № 7  
Заведующий кафедрой М.М. Шамцян

Одобрено учебно-методической комиссией факультета химической и биотехнологии протокол от 14.03.2024 г. № 8  
Председатель М.В.Рутто

### СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Экология и природопользование»		И.В. Шугалей
Директор библиотеки		Т.Н. Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		М.З. Труханович
Начальник учебно-методического управления		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.....	04
3. Объем дисциплины .....	05
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	05
4.2. Занятия лекционного типа.....	06
4.3. Занятия семинарского типа.....	08
4.3.1. Семинары, практические занятия .....	08
4.3.2. Лабораторные занятия.....	11
4.4. Самостоятельная работа обучающихся.....	12
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	13
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	13
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.....	14
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины .....	15
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	15
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии.....	16
10.2. Базы данных и информационные справочные системы .....	16
11. Материально-техническое обеспечение дисциплины в ходе реализации образовательной программы.....	16
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....	16
Приложения:	
1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	18

## 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:

<i>Код и наименование компетенции</i>	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<b>ОПК-1</b> Способен применять базовые знания фундаментальных разделов наук о Земле, естественно-научного и математического циклов при решении задач в области экологии и природопользования	ОПК-1.11 Способен выбирать эффективные биотехнологические методы улучшения качества окружающей среды	<b>Знать:</b> Основы оптимизации биотехнологических схем и процессов  <b>Уметь:</b> Контролировать и управлять биотехнологическими процессами  <b>Владеть:</b> базовыми методами контроля и управления биотехнологическими процессами

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Основы биотехнологии» относится к обязательной части (Б1.О 23) и изучается на 4 курсе в 7 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении таких дисциплин как «Основы общей биологии», «Биохимия», «Основы общей биологии», «Основы микробиологии», «Основы микологии».

## 3 Объем дисциплины

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Очная форма обучения
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	4/144
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>58</b>

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Очная форма обучения
занятия лекционного типа	30
занятия семинарского типа, в т.ч. семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)	
лабораторные работы	24
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	4
другие виды контактной работы	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>59</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	Доклад
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)	Экзамен (27)

#### 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	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практическ ие занятия	Лабораторн ые работы			
1	Понятие о биотехнологии. Роль биотехнологии в современном мире	4			2	ОПК-1	ОПК-1.11
2	Основы микробиологической технологии и перспективные методы биотехнологии	8			27	ОПК-1	ОПК-1.11
3	Типовая схема микробиологического производства	5				ОПК-1	ОПК-1.11
4	Ведение ферментативных процессов и управление ими	8		24	10	ОПК-1	ОПК-1.11
5	Выделение целевых продуктов	5			20	ОПК-1	ОПК-1.11

##### 4.2 Занятия лекционного типа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. Часы	Инноваци онная форма
1	<b>Понятие о биотехнологии. Роль биотехнологии в</b>	<b>4</b>	ЛВ

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. Часы	Инноваци онная форма
	<p><b>современном мире</b> Предмет, история развития, цели и задачи биотехнологии. Составные части биотехнологии: микробиологическая технология, биоинженерия, медицинская, пищевая, сельскохозяйственная биотехнология, инженерная энзимология, биогеотехнология, экологическая биотехнология. Роль биотехнологии в решении глобальных проблем человечества. Биологические объекты в биотехнологии Номенклатура биологических объектов. Особенности получения и применения биологических объектов. Хранение биологических объектов. Перспективные группы биологических объектов.</p>		
2	<p><b>Основы микробиологической технологии и перспективные методы биотехнологии</b> Микробиологическая технология Исторические этапы развития промышленной микробиологии. Способы культивирования микроорганизмов. Периодическое культивирование микроорганизмов. Математическое описание кривой роста при периодическом культивировании. Переход от периодического к непрерывному процессу культивирования. Непрерывное культивирование микроорганизмов Классификация систем непрерывного культивирования. Кинетика непрерывного культивирования микроорганизмов. Питание микроорганизмов Механизм поступления питательных веществ в клетку. Классификация микроорганизмов по их пищевым потребностям. Перспективные методы биотехнологии Генетическая инженерия. Методы генетической инженерии. Экспрессия чужеродных генов в микроорганизмы. Создание промышленных штаммов микроорганизмов-продуцентов современными методами. Клеточная инженерия. Культуры клеток высших растений. Методы культивирования клеток, тканей и органов растений. Протопласты растительных клеток как объект биологического конструирования. Методы получения моноклональных клеток. Иммуобилизованные ферменты и</p>	8	ЛВ

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. Часы	Инноваци онная форма
	<p>биокаталитические системы Способы иммобилизации. Основные типы иммобилизованных биокаталитических систем. Реакторы для процессов с применением иммобилизованных биокатализаторов. Промышленные процессы с использованием иммобилизованных ферментов и клеток. Иммуноферментный анализ.</p>		
3	<p><b>Типовая схема микробиологического производства</b> Классификация микробиологических производств. Основные продукты микробиологических производств. Общие обязательные стадии микробиологических производств. Стадия стерилизации питательных сред и воздуха Контаминация и способы её предупреждения. Циклическая и непрерывная стерилизация питательных сред. Установка непрерывной стерилизации питательных сред. Технологическая схема очистка и стерилизации воздуха. Конструкции фильтров, применяемых при стерилизации воздуха.</p>	5	ЛВ
4	<p><b>Ведение ферментативных процессов и управление ими</b> Стадия ферментации Выбор конструкции ферментатора. Классификация ферментаторов. Ферментаторы с вводом энергии аэрирующим газом. Ферментаторы с вводом энергии жидкой фазой. Ферментаторы с комбинированным вводом энергии. Принципы масштабирования ферментаторов. Аэрация и перемешивание в процессах биосинтеза Роль кислорода в жизнедеятельности микроорганизмов. Механизм перехода ки слорода из газовой фазы в микробную клетку. Влияние аэрации и перемешивания на процесс ферментации. Управление кислородным массообменом в процессах микробного синтеза. Пенообразование и пеногашение Причины и механизм пенообруования в процессах микробиологического синтеза.</p>	8	ЛВ

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. Часы	Инноваци онная форма
	Способы пеногашения. Механическое, химическое и комбинированное пеногашение. Физические методы пеногашения. Автоматизированное управление пеногашением. концентратов.		
5	<p><b>Выделение целевых продуктов</b></p> <p>Стадия концентрирования и отделения биомассы</p> <p>Механические способы концентрирования биомассы. Флотирование. Конструкции флотаторов. Сепарирование микробной массы. Фильтрование. Способы улучшения фильтруемости культуральной жидкости. Фильтры, применяемые в микробиологических производствах. Теплотехнические способы концентрирования и выделения биомассы. Вакуум-выпарные установки. Сушка микробной массы. Распылительные сушилки. Автоматизация работы сушилки.</p> <p>Стадия выделения целевых продуктов биосинтеза</p> <p>Механизм мембранного разделения. Достоинства и недостатки мембранных методов.</p> <p>Выделение целевых продуктов из культуральной жидкости. Жидкостная экстракция биологически активных веществ. Общие сведения об экстракции. Требования к экстрагентам. Экстракция с переносчиком. Аппаратура для экстракции.</p> <p>Выделение целевых продуктов из клеток микроорганизмов. Экстракция в системе твердое тело - жидкость. Экстракция с перемешиванием. Экстракция в неподвижном слое. Аппаратура для экстракции.</p> <p>Дезинтеграция клеточных стенок микроорганизмов.</p> <p>Выделение целевого продукта из дезинтегратов клеток.</p> <p>Ионообменная технология выделения и химической очистки биологически активных веществ. Иониты: классификация, строение, свойства. Ионитовые фильтры. Выделение жизнеспособных микроорганизмов. Биопрепараты, содержащие жизнеспособные микроорганизмы. Способы сушки суспензий микроорганизмов.</p> <p>Конвективная, контактная и распылительная сушка микроорганизмов. Сублимационная сушка. Технология сублимационной сушки.</p> <p>Стадия очистки сточных вод и газовых выбросов.</p> <p>Специфические особенности технологии микробиологических производств. Техника безопасности при работе с микроорганизмами.</p>	5	ЛВ

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. Часы	Инновационная форма
	Способы очистки сточных вод. Очистка воздушных выбросов..		

### 4.3 Занятия семинарского типа

4.3.1 Семинары, практические занятия Учебным планом не предусмотрены

### 4.3.2. Лабораторные занятия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. Часы	Примечание
4	Основы периодического способа культивирования микроорганизмов	12	Защита отчета
4	<u>Основы непрерывного способа культивирования микроорганизмов</u>	12	Защита отчета

### 4.4 Самостоятельная работа обучающихся

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Роль биотехнологии в решении глобальных проблем человечества	2	Устный опрос №1
2	Системы клеточной регуляции	8	Устный опрос №1

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
2	Кинетика клеточного роста	6	Устный опрос №1
2	Кинетика образования продуктов метаболизма	6	Устный опрос №1
2	Процессы переноса в биотехнологических системах	7	Устный опрос №1
4	Анаэробные промышленные процессы	10	Устный опрос №2
5	Получение пищевого и кормового белка	10	Устный опрос №2
5	Получение биологических удобрений	10	Устный опрос №2

#### **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: <http://media.technolog.edu.ru>

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

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена. экзамен предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций.

При сдаче экзамена студент получает три вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу – до 45 мин.

Пример варианта вопросов на экзамене:

Вариант билета
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Роль биотехнологии в решении проблемы сырьевых ресурсов</li> <li>2. Механические способы концентрирования биомассы</li> <li>3. Метановое брожение</li> </ol>

Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе – оценка «удовлетворительно».

## **7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины**

### **а) печатные издания:**

- 1 Безбородов, А.М. Микробиологический синтез/А.М. Безбородов, 1. Г.И. Квеситадзе. – СПб: Проспект Науки, 2011. – 141 с. 2 Чхенкели, В. А. Биотехнология : учебное пособие для аграрных вузов по направлению 111100 "Зоотехния" и спец. 111201 "Ветеринария" / В. А. Чхенкели. - СПб. : Проспект науки, 2014. - 335 с.
2. Пушкарев, М.А. Основы биотехнологии Часть 1: Массообменные характеристики биореакторов : учебное пособие /М.А. Пушкарев, Б.А. Колесников, М.М. Шамцян.- СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2015.- 32с.
3. Шамцян, М.М. . Основы биотехнологии Часть 2: Периодическое культивирование микроорганизмов: учебное пособие / М.М. Шамцян, Б.А. Колесников, М.А. Пушкарев - СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2015.- 32с.
4. Колесников, Б.А. Основы биотехнологии Часть 3: Непрерывное культивирование микроорганизмов : учебное пособие/ Б.А. Колесников, М.А. Пушкарев, М.М. Шамцян.- СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2015.- 28с.

### **б) Электронные издания:**

1. Музафаров, Е. Н. Биотехнология. Основы биологии / Е. Н. Музафаров. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 168 с. — ISBN 978-5-507-45523-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/271304> (дата обращения: 22.08.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Музафаров, Е. Н. Экологическая биотехнология : учебное пособие для вузов / Е. Н. Музафаров. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 120 с. — ISBN 978-5-8114-9290-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/233231> (дата обращения: 22.08.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Бурова, Т. Е. Введение в профессиональную деятельность. Пищевая биотехнология : учебное пособие / Т. Е. Бурова. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 160 с. — ISBN 978-5-8114-3169-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/213080> (дата обращения: 22.08.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Мезенова, О. Я. Введение в профессию биотехнолога пищевой промышленности : учебное пособие / О. Я. Мезенова. — Калининград : КГТУ, 2013. — 109 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/197962> (дата обращения: 22.08.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

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

Учебный план, РПД и учебно-методические материалы: <http://media.technolog.edu.ru>  
«Электр.Нонный читальный зал – Библиоех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;  
«Лань» <https://e.lanbook.com/books/>.  
Scirus <http://www.scirus.com>  
Scencedirect <http://www.sciencedirect.com>  
PubMed, PubMedCentral, Biomedcentral <http://www.ncbi.nlm.nih.gov>  
<http://www.pubmedcentral.nih.gov> <http://www.biomedcentral.com>

CAS <http://www.cas.org> <http://www.chemport.org> <http://www.chemistry.org>  
<http://www.pubs.acs.org>  
CiteXplore <http://www.ebi.ac.uk/citexplore>  
CSA <http://www.csa.com>

Сайты международных издательств научной литературы (ACS, RSC, J. Wiley IS, M. Dekker, Elsevier, Taylor & Francis Web site, CRC Press Web site).

**Электронный каталог на сайте Фундаментальной библиотеки СПбГТИ (ТУ):**

<http://www.opticsinfobase.org/>  
<http://www.oecd-ilibrary.org/>  
<http://www.rsc.org/chemicalscience.pdf>  
<http://journals.cambridge.org/>  
<http://www.nature.com/>  
<http://www.sciencemag.org/>  
<http://online.sagepub.com/>  
<http://e.lanbook.com/>

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

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

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

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

СТП СПбГТИ 047-2008 КС УКДВ. Система стандартов безопасности труда. Организация обучения студентов безопасности труда при проведении учебных лабораторных работ.

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов.

СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. Порядок организации и проведения зачётов и экзаменов./ СПбГТИ(ТУ).- Введ. с 01.06.2015. - СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2015.- 45 с.

Общие требования к организации и проведению. 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;

постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходить, имея знания 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;

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС.

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

Microsoft Office (Microsoft Excel).

### **10.3. Базы данных и информационные справочные системы.**

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»

Сайт WDCM – World Data Center for Microorganisms <http://www.wfcc.info/ccinfo/>

Сайт Всероссийской коллекции микроорганизмов (ВКМ) <http://www.vkm.ru/rus/>

### **11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.**

Для ведения лекционных и практических занятий, самостоятельной работы используется аудитория, оборудованная специализированной мебелью на необходимое количество посадочных мест, доской, средствами оргтехники (компьютеры с выходом в сеть «Интернет», экран, проектор).

Для проведения лабораторных занятий используется лабораторный зал, оборудованный индивидуальными рабочими местами, обеспеченный необходимыми реактивами, лабораторной посудой и оборудованием.

### **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 28.08.2014.

**Фонд оценочных средств  
для проведения промежуточной аттестации по дисциплине «основы ботехнологии»**

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

<b>Компетенции</b>		
<b>Индекс</b>	<b>Содержание</b>	<b>Этап формирования</b>
ОПК-1	Способен применять базовые знания фундаментальных разделов наук о Земле, естественно-научного и математического циклов при решении задач в области экологии и природопользования	промежуточный

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

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий Оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)					
			«отлично» (высокий)	«хорошо» (средний)	«удовлетворительно» (пороговый)			
ОПК-1.11 Способен выбирать эффективные биотехнологические методы улучшения качества окружающей среды	<b>Знает</b> основы оптимизации биотехнологических схем и процессов	Правильные ответы на вопросы № 1-8, 11-56, 61-66 к экзамену	<b>Перечисляет основные</b> биотехнологические процессы, используемые в природоохранной деятельности, принципы их оптимизации, разбирается в технологических схемах таких процессов <b>Способен оценить</b> эффективность предложенных процессов, предложить пути их оптимизации	<b>В основном перечисляет</b> биотехнологические процессы, используемые в природоохранной деятельности, не всегда может пояснить технологическую схему процесса	<b>С помощью преподавателя</b> называет биотехнологические процессы, используемые в природоохранной деятельности			
	<b>Умеет</b> контролировать и управлять биотехнологическими процессами	Правильные ответы на вопросы № 9,10, 57-59, 69-77, 82к экзамену				<b>Демонстрирует</b> уверенные навыки контроля за биотехнологическим процессом	<b>В основном правильно</b> объясняет выбор биотехнологического процесса, поясняет пути его оптимизации	<b>Зная основные</b> биотехнологические процессы, применяемые в природоохранной деятельности, не может обосновать выбор процесса для конкретной ситуации
	<b>Владеет</b> базовыми методами контроля и управления биотехнологическими процессами	Правильные ответы на вопросы № 60, 67, 68, 78-81 к экзамену						

**3 Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации  
Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента  
по компетенции ОПК-1**

1. Предмет и история развития биотехнологии.
2. Роль биотехнологии в решении глобальных проблем человечества.
3. Роль биотехнологии в решении проблем сельского хозяйства.
4. Роль биотехнологии в решении проблемы здравоохранения.
5. Роль биотехнологии в решении проблемы сырьевых ресурсов.
6. Роль биотехнологии в решении продовольственной проблемы.
7. Роль биотехнологии в решении экологической проблемы.
8. Роль биотехнологии в решении энергетической проблемы.
9. Математическое описание кривой роста при периодическом культивировании.
10. Математические модели в биотехнологии.
11. Механизм поступления питательных веществ в клетку.
12. Перспективы развития биотехнологии.
13. Перспективные процессы биотехнологии.
14. Цели и задачи биотехнологии.
15. Автоматизированное управление пеногашением.
16. Диализ и электродиализ
17. Жидкостная экстракция биологически активных веществ.
18. Ионитовые фильтры.
19. Имобилизованные клетки и ферменты.
20. Иониты: классификация, строение, свойства.
21. Ионообменная технология выделения и химической очистки биологически активных веществ.
22. Конвективная, контактная и распылительная сушка микроорганизмов.
23. Мембранные методы концентрирования и, выделения БАВ.
24. Механические способы концентрирования биомассы.
25. Механическое, химическое и комбинированное пеногашение.

26. Обратный осмос.
27. Способы иммобилизации клеток и ферментов
28. Способы культивирования микроорганизмов.
29. Способы пеногашения.
30. Способы улучшения фильтруемости культуральной жидкости.
31. Способы хранения культур микроорганизмов.
32. Стадия получения посевного материала.
33. Сублимационная сушка. Технология сублимационной сушки.
34. Сушка биотехнологических продуктов.
35. Технологическая схема очистки и стерилизации воздуха.
36. Технология приготовления питательных сред.
37. Типовая схема микробиологического производства.
38. Требования предъявляемые к микроорганизмам – продуцентам.
39. Требования предъявляемые к питательным средам.
40. Требования предъявляемые к экстрагентам.
41. Турбидостат.
42. Ультрафильтрация.
43. Фильтрование.
44. Флотирование дрожжей. Конструкции флотаторов.
45. Ультрафильтрация.
46. Хемостат.
47. Анаэробное культивирование микроорганизмов.
48. Биологические объекты в биотехнологии.
49. Источники органического и минерального азота.
50. Источники углерода
51. Классификация систем непрерывного культивирования.
52. Коллекции культур микроорганизмов.
53. Метановое брожение.

54. Микрофльтрация.
55. Молочнокислородное брожение.
56. Непрерывное культивирование микроорганизмов.
57. Общие обязательные стадии микробиологических производств.
58. Переход от периодического культивированию к непрерывному
59. Периодическое культивирование микроорганизмов.
60. Принципы масштабирования и сравнения ферментаторов.
61. Саморегулирующая способность микроорганизмов при непрерывном культивировании.
62. Установка непрерывной стерилизации питательных сред.
63. Установка непрерывной стерилизации питательных сред.
64. Ферментаторы с вводом энергии аэрирующим газом.
65. Ферментаторы с вводом энергии жидкой фазой.
66. Ферментаторы с комбинированным вводом энергии.
67. Хранение биологических объектов.
68. Циклическая и непрерывная стерилизация питательных сред.
69. Требования к оборудованию, используемому в природоохранной биотехнологии
70. Использование катализаторов в природоохранных технологиях
71. Оптимизация схемы комплексной переработки отходов с помощью биотехнологий
72. Оптимизация процесса рециклинга с использованием биотехнологий
73. Биореакторы и их особенности
74. Принципы выбора биореактора
75. Процессы на основе иммобилизованных ферментов
76. Принципы построения блок-схемы для биотехнологического производства
77. Эффективность процесса ферментации и факторы ее определяющие
78. Набор стандартных параметров, контролируемых при ведении биотехнологического процесса
79. Приборное обеспечение контроля биотехнологического производства

81. Какие параметры необходимо строго контролировать при проведении и оптимизации биотехнологического процесса

82. Принципы подбора оборудования при комплектации биотехнологического процесса

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

Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 45 мин.

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в виде экзамена.

Шкала оценивания на экзамене балльная («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»).

**1. Методические материалы для определения процедур оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СПб ГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКВД. Порядок проведения зачетов и экзаменов.

