

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 18.07.2023 21:17:54  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



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

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной  
и методической работе  
\_\_\_\_\_ Б.В.Пекаревский  
« 18 » апреля 2022 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**ПРОМЫШЛЕННАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ**

Направление подготовки

**19.03.01 Биотехнология**

Направленность программы бакалавриата

**Биотехнология**

Квалификация

**Бакалавр**

Форма обучения

**Очная**

Факультет **факультет химической и биотехнологии**

Кафедра **технологии микробиологического синтеза**

Санкт-Петербург

2022

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	04
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.....	06
3. Объем дисциплины .....	06
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	06
4.2. Занятия лекционного типа.....	07
4.3. Занятия семинарского типа.....	08
4.3.1. Семинары, практические занятия .....	08
4.3.2. Лабораторные занятия.....	08
4.4. Самостоятельная работа.....	08
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	09
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	09
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины .....	09
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....	09
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	09
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии.....	10
10.2. Программное обеспечение.....	10
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	10
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы .....	10
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....	10

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:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<p><b>ПК-1</b> Способен осуществлять управление качеством, безопасностью и прослеживаемостью производства биотехнологической продукции</p>	<p><b>ПК-1.3</b> Способность оценивать качества сырья и продукции биотехнологического производства</p>	<p><b>Знать:</b> основы оптимизации биотехнологических схем и процессов (<b>ЗН-1</b>);</p> <p><b>Уметь:</b> оценивать экологические последствия технологии производства продукции (<b>У-1</b>);</p> <p><b>Владеть:</b> - методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции (<b>Н-1</b>).</p>
<p><b>ПК-3</b> Способен проводить биотехнологический процесс с использованием клеток микроорганизмов, их составных частей, ферментов</p>	<p><b>ПК-3.2</b> Способность подготавливать и проводить биотехнологические процессы</p>	<p><b>Знать:</b> закономерности кинетики роста микроорганизмов и образования продуктов метаболизма (<b>ЗН-2</b>); методы культивирования (<b>ЗН-3</b>);</p> <p><b>Уметь:</b> выбирать ферментационное и вспомогательное оборудование (<b>У-2</b>);</p> <p><b>Владеть:</b> методами управления параметрами биотехнологических процессов (<b>Н-2</b>).</p>

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<p><b>ПК-5</b> Способен разрабатывать системы мероприятий по повышению эффективности технологических процессов производства биотехнологической продукции</p>	<p><b>ПК-5.4</b> Способность оценки эффективности и оптимизации биотехнологических процессов</p>	<p><b>Знать:</b> методы оценки эффективности производства (<b>ЗН-4</b>);</p> <p><b>Уметь:</b> выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта (<b>У-3</b>);</p> <p><b>Владеть:</b> методами технического контроля по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего биотехнологического производства (<b>Н-3</b>).</p>

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.05), и изучается на 4 курсе в 7 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Общая биотехнология» и «Микробиология». Полученные в процессе изучения дисциплины «Промышленная биотехнология» знания, умения и навыки могут быть использованы при изучении дисциплин «Основы управления рисками в биотехнологии», а также при выполнении выпускной квалификационной работы

## 3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/академ. часов
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	<b>6/ 216</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>126</b>
занятия лекционного типа	36
занятия семинарского типа, в т.ч.	72
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)*	36 (32)
лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)	36 (32)
курсовое проектирование (КР или КП)	18
КСР	0
другие виды контактной работы	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>54</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	-
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)	<b>КР, Экзамен/36</b>

#### 4. Содержание дисциплины.

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

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, академ. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, академ. часы	Формируемые компетенции	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы			
1.	Биотехнологии получения белка одноклеточных на разных субстратах	14	8	20	20	ПК-1 ПК-3 ПК-5	ПК-1.3 ПК-3.2 ПК-5.4
2.	Биотехнологии получения пищевого белка	8	6	16	14	ПК-1 ПК-3 ПК-5	ПК-1.3 ПК-3.2 ПК-5.4
3.	Биотехнологии получения биологически активных веществ	14	22	0	20	ПК-1 ПК-3 ПК-5	ПК-1.3 ПК-3.2 ПК-5.4

##### 4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, академ. часы	Иновационная форма
1	Области применения белка одноклеточных. Требования, предъявляемые к организмам, используемым для получения кормовой биомассы. Критерии биологической ценности белка одноклеточных. Субстраты, используемые для производства микробной биомассы.	2	ЛВ
1	Состав целлюлозосодержащего сырья. Технологическая схема гидролиза целлюлозосодержащего сырья. Основные стадии подготовки гидролизатов для культивирования микроорганизмов. Состав гидролизатов. Получение предгидролизатов и сульфитных щелоков. Подготовка сульфитных щелоков как источника углерода для выращивания микроорганизмов.	3	ЛВ
1	Характеристика микроорганизмов,	3	ЛВ

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	используемых для производства кормового белка на гидролизатах, предгидролизатах и сульфитных щелоках. Основные пути селекции культур. Микробные биоценозы при получении белка одноклеточных на гидролизных средах. Технологическая схема получения кормовых дрожжей на гидролизных средах. Характеристика готового продукта.		
1	Характеристика жидких углеводов как сырья для выращивания микроорганизмов. Основные методы получения жидких парафинов из нефтяных фракций. Микроорганизмы-продуценты белка на жидких углеводородах. Закономерности роста дрожжей на средах с н-парафинами. Технологическая схема получения кормовых дрожжей на н-парафинах. Характеристика готового продукта.	2	ЛВ
1	Характеристика газообразных углеводов как сырья для выращивания микроорганизмов. Микроорганизмы, утилизирующие газообразные углеводороды. Закономерности роста микроорганизмов на метане. Основные требования к ферментационному оборудованию, используемому для культивирования метанотрофов. Технологическая схема получения биомассы на метане. Характеристика готового продукта.	2	ЛВ
1	Методы получения метанола. Микроорганизмы, утилизирующие метанол. Закономерности роста микроорганизмов на метаноле. Технология получения биомассы бактерий и дрожжей на метаноле. Характеристика готового продукта.	1	ЛВ
1	Методы получения этанола. Микроорганизмы, утилизирующие этанол. Закономерности процесса выращивания микроорганизмов на этаноле. Принципиальная технологическая схема получения белка одноклеточных на этаноле. Характеристика готового продукта.	1	ЛВ
2	Пути использования микробного белка для пищевых целей: цельная и частично облагороженная биомасса, белковые изоляты. Основные требования к микробной биомассе, используемой в качестве пищевой добавки. Бактериальная и дрожжевая биомасса как источник пищевого белка. Методы получения белковых изолятов из бактерий и дрожжей.	2	ЛВ
2	Водород как перспективное сырье для получения биомассы микроорганизмов	2	ЛВ

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	пищевого достоинства. Водородные бактерии. Влияние состава питательной среды и условий культивирования на рост водородных бактерий. Принципиальная технологическая схема получения белка одноклеточных на водороде. Карбоксидобактерии. Совместное культивирование водородных и карбоксидобактерий.		
2	Съедобные водоросли. Методы культивирования водорослей и условия, оптимальные для их роста. Белковые изоляты из водорослей. Получение белково-углеводного комплекса пищевого достоинства из хлореллы	2	ЛВ
2	Основные виды грибов, культивируемые в промышленных масштабах. Технология производства шампиньонов по однозональной и многозональной схеме.	2	ЛВ
3	Основные аминокислоты, производимые в промышленных масштабах. Области применения аминокислот. Получение аминокислот из гидролизатов белкового сырья. Аминокислоты, получаемые химическим синтезом. Получение аминокислот биотрансформацией. Микробиологический синтез аминокислот.	2	ЛВ
3	Характеристика микроорганизмов - продуцентов лизина. Влияние компонентов питательной среды и условий культивирования на процесс биосинтеза лизина. Технологическая схема получения лизина. Товарные формы препаратов лизина и их характеристика.	2	ЛВ
3	Микроорганизмы - продуценты глутаминовой кислоты. Факторы, регулирующие накопление глутаминовой кислоты. Технология производства глутаминовой кислоты. Характеристика готового продукта. Получение глутамата натрия.	2	ЛВ
3	Технология производства триптофана трансформацией антраниловой кислоты и индола. Микробный синтез триптофана. Микроорганизмы - продуценты триптофана. Основные закономерности биосинтеза триптофана. Принципиальная технологическая схема получения.	2	ЛВ
3	Биологически активные пептиды. Способы биосинтеза. Микробиологический синтез пептидов.	2	ЛВ
3	Органические кислоты. Микробиологический	2	ЛВ



№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	синтез органических кислот		
3	Энтомопатогенные препараты. Биотехнология энтомопатогенных препаратов	2	ЛВ

#### 4.3. Занятия семинарского типа.

##### 4.3.1. Семинары, практические занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку	
1	Ферментативный гидролиз целлюлозного сырья для получения гидролизатов	2	2	Ф Р
1	Аппаратурное оформление процесса производства БВК на парафинах нефти	2	2	Ф Р
1	Сырьевая база для получения этанола	4	4	Ф Р
2	Требования, предъявляемые к продукции пищевого назначения. СанПиНы.	4	4	Ф Р
2	Систематика съедобных грибов	2	2	Ф Р
3	Химический синтез аминокислот	2	2	Ф Р
3	Использование глутамата натрия в производстве продуктов питания	2	2	Ф Р
3	Балансировка аминокислотного состава кормов и пищевых продуктов	2	2	Ф Р
3	Области применения аминокислот	2	2	Ф Р
3	Производство органических кислот	2	1	Ф Р
3	Производство гормонов	4	3	Ф Р
3	Производство антибиотиков	4	3	Ф Р
3	Производство витаминов	4	3	Ф Р

#### 4.3.2. Лабораторные работы

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Примечания
		всего	в том числе на практическую подготовку	
1	Получение биомассы дрожжей на гидролизатах растительного сырья	8	6	
1	Получение биомассы дрожжей на гидрофобном субстрате	8	6	
1	Получение биомассы съедобных грибов глубинным культивированием	8	8	
2	Иммобилизация клеток	6	6	
3	Получение лимонной кислоты	6	6	

#### 4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Ферментативный гидролиз целлюлозного сырья для получения гидролизатов	2	Устный опрос
1	Аппаратурное оформление процесса производства БВК на парафинах нефти	4	Устный опрос
1	Сырьевая база для получения этанола	2	Устный опрос
2	Требования, предъявляемые к продукции пищевого назначения. СанПиНы.	4	Устный опрос
2	Систематика съедобных грибов	4	Устный опрос
3	Химический синтез аминокислот	4	Устный опрос

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
3	Использование глутамата натрия в производстве продуктов питания	2	Устный опрос
2	Балансировка аминокислотного состава кормов и пищевых продуктов	4	Устный опрос
3	Области применения аминокислот	4	Устный опрос
3	Производство органических кислот	6	Устный опрос
3	Производство гормонов	6	Устный опрос
3	Производство антибиотиков	6	Устный опрос
3	Производство витаминов	6	Устный опрос

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

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

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме защиты курсовой работы и экзамена.

Экзамен предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются теоретическими вопросами.

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 № 1
1. Технологическая схема гидролиза целлюлозосодержащего сырья.
2. Микроорганизмы-продуценты триптофана.
3. Требования к оборудованию, используемому для культивирования метилотрофов

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 Нетрусов, А. И. Введение в биотехнологию: учебник для вузов по направлению "Биология" и смежным направлениям / А. И. Нетрусов. - М. : Академия, 2014. - 288 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.
- 3 Безбородов, А.М. Микробиологический синтез /А.М. Безбородов, Г.И. Квеситадзе. – СПб: Проспект Науки, 2011. – 144 с.
- 4 Биотехнология : учебник для вузов по сельскохозяйственным, естественнонаучным, педагогическим специальностям и магистерским программам / И. В. Тихонов, Е. А. Рубан, Т. Н. Грязнева и др.; под ред. Е. С. Воронина. - СПб. : ГИОРД, 2008. - 703 с.
- 5 Грачева, И. М. Технология микробных белковых препаратов, аминокислот и биоэнергия / И.М. Грачева. Л. А. Иванова, В. М. Кантере. - М.: Колос, 1992. - 383 с.
- 7.4 Блинов, Н. П. Основы биотехнологии/ Н. П.Блинов. - СПб: Изд. фирма "Наука", 1995. - 600 с.
- 6 Яковлев, В. И. Биотехнология микробного синтеза : учебные пособия / В. И. Яковлев ; СПбГТИ(ТУ). Каф. технологии микробиол. синтеза. - СПб. : [б. и.], 2005. - 294 с. : ил

#### **б) электронные учебные издания:**

1. Оборудование для ведения механических и гидромеханических процессов пищевых технологий: учебник для ВО по направлению подготовки бакалавриата/магистратуры/специалитета "Машиностроение" / С. Т. Антипов, Г. В. Калашников, А. Н. Остриков, В. А. Панфилов.; под редакцией В. А. Панфилова. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2020. - 604 с.: ил.: текст. - Библиогр.: с. 599-600. - ISBN 978-5-8114-5173-9: // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com>

#### **8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.**

учебный план, РПД и учебно-методические материалы:  
<http://media.technolog.edu.ru>  
 электронно-библиотечные системы:  
 «Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;  
 «Лань» <https://e.lanbook.com/books/>.  
 Scirus <http://www.scirus.com>  
 Sciencedirect <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).

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

Все виды занятий по дисциплине «Промышленная биотехнология» 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.

СТО СПбГТИ(ТУ) 044-2012. Виды учебных занятий. Курсовой проект. Курсовая работа. Общие требования. – Введ. с 01.06.2012.

СТП СПбГТИ 018-02. Виды учебных занятий. Практические и семинарские занятия. Общие требования к организации и проведению : СТП СПбГТИ 018-02 / СПбГТИ(ТУ). - Введ. с 01.09.2002. - СПб. : [б. и.], 2002. - 5 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, Microsoft Word, Power Point)

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

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»

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

Для ведения лекционных занятий используется аудитория, оборудованная средствами оргтехники.

Для проведения лабораторных занятий используется биотехнологическая лаборатория, в состав которой входят:

- биотехнологический зал, оборудованный персональными рабочими местами, ферментаторами;
- оборудование для стерилизации посуды и сред (автоклавы, сухо-жаровые шкафы);
- термостатные шкафы и качалочная комната для выращивания микроорганизмов.

## **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 «Промышленная биотехнология»**

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

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ПК-1	Способность осуществлять управление качеством, безопасностью и прослеживаемостью производства биотехнологической продукции	промежуточный
ПК-3	Способность проводить биотехнологический процесс с использованием клеток микроорганизмов, их составных частей, ферментов	промежуточный
ПК-5	Способность разрабатывать системы мероприятий по повышению эффективности технологических процессов производства биотехнологической продукции	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)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
ПК-1.3 Способность оценивать качества сырья и продукции биотехнологического производства	Перечисляет основы оптимизации биотехнологических схем и процессов. (ЗН-1)	Правильные ответы на вопросы №1-3 к экзамену	Перечисляет основные принципы и методы оптимизации биотехнологических схем и процессов с ошибками	Перечисляет основные принципы оптимизации биотехнологических схем и процессов без ошибок, но путается в методах	Перечисляет основные принципы и методы оптимизации биотехнологических схем и процессов
	Оценивает экологические последствия технологии производства продукции. (У-1)	Правильные ответы на вопросы № 4-6 к экзамену	Имеет представление об экологических последствиях биотехнологических производств	Знает экологические последствия производства различных типов биотехнологических продуктов	Способен оценить экологические последствия производства различных типов биотехнологических продуктов



Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	Демонстрирует навыки владения методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции. (Н-1)	Правильные ответы на вопросы №7-11 к экзамену	Проводит физико-химический анализ сырья и биотехнологической продукции с ошибками	Проводит физико-химический анализ сырья и биотехнологической продукции с небольшими подсказками преподавателя	Способен самостоятельно проводить физико-химический анализ сырья и биотехнологической продукции
ПК-3.2 Способность подготавливать и проводить биотехнологические процессы	Рассказывает о закономерностях кинетики роста микроорганизмов и образования продуктов метаболизма. (ЗН-2)	Правильные ответы на вопросы №12-25 к экзамену	Путается в закономерностях кинетики роста микроорганизмов и образования продуктов метаболизма.	Рассказывает о закономерностях кинетики роста микроорганизмов и образования продуктов метаболизма. с небольшими ошибками	Уверенно и без ошибок рассказывает о закономерностях кинетики роста микроорганизмов и образования продуктов метаболизма.
	Перечисляет основные методы культивирования. (ЗН-3)	Правильные ответы на вопросы №26-30 к экзамену	Путается при перечислении основных методов культивирования	Перечисляет основные методы культивирования с небольшими ошибками	Уверенно и без ошибок перечисляет основные методы культивирования
	Выбирает ферментационное и вспомогательное оборудование. (У-2)	Правильные ответы на вопросы № 31-37 к экзамену	Выбирает с ошибками ферментационное и вспомогательное оборудование	Выбирает ферментационное и вспомогательное оборудование, но с наводящими вопросами	Правильно выбирает с ошибками ферментационное и вспомогательное оборудование

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	Демонстрирует навыки управления параметрами биотехнологических процессов. (Н-2)	Правильные ответы на вопросы №38-49 к экзамену	Путается в методах управления параметрами биотехнологических процессов	Демонстрирует с ошибками навыки управления параметрами биотехнологических процессов	Демонстрирует хорошие навыки управления параметрами биотехнологических процессов
ПК-5.4 Способность оценки эффективности и оптимизации биотехнологических процессов	Правильно выбирает методы оценки эффективности производства. (ЗН-4)	Правильные ответы на вопросы №50-58 к экзамену	Выбирает с ошибками методы оценки эффективности производства	Выбирает методы оценки эффективности производства, но с наводящими вопросами	Правильно выбирает методы оценки эффективности производства
	Анализирует рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта. (У-3)	Правильные ответы на вопросы №59-66 к экзамену	Имеет представление об основных схемах биотехнологического производства	Анализирует рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта, но с наводящими вопросами	Правильно анализирует рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта
	Имеет навыки технического контроля по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего биотехнологического производства. (Н-3)	Правильные ответы на вопросы № 67-68 к экзамену	Имеет слабые навыки технического контроля по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего биотехнологического производства	Имеет навыки технического контроля по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего биотехнологического производства, но допускает 1-2 ошибки	Демонстрирует уверенные навыки технического контроля по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего биотехнологического производства

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

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

1. Влияние состава питательной среды и условий культивирования на рост водородных бактерий.
2. Влияние компонентов питательной среды и условий культивирования на процесс биосинтеза лизина.
3. Факторы, регулирующие накопление глутаминовой кислоты
4. Совместное культивирование водородных и карбоксибактерий.
5. Микроорганизмы, утилизирующие газообразные углеводороды.
6. Принципиальная технологическая схема получения белка одноклеточных на водороде.
7. Технологическая схема гидролиза целлюлозосодержащего сырья.
8. Основные стадии подготовки гидролизатов для культивирования микроорганизмов.
9. Состав целлюлозосодержащего сырья.
10. Состав гидролизатов растительного сырья.
11. Товарные формы препаратов лизина и их характеристика.

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

12. Требования, предъявляемые к организмам, используемым для получения кормовой биомассы.
13. Характеристика микроорганизмов, используемых для производства кормового белка.
14. Микроорганизмы - продуценты белка на жидких углеводородах.
15. Закономерности роста дрожжей на средах с n-парафинами.
16. Технологическая схема получения кормовых дрожжей на n-парафинах.
17. Закономерности роста микроорганизмов на метане.
18. Микроорганизмы – продуценты белка на метаноле.
19. Закономерности роста микроорганизмов на метаноле.
20. Микроорганизмы – продуценты белка на этаноле.
21. Закономерности процесса выращивания микроорганизмов на этаноле.
22. Микроорганизмы – продуценты белка на водороде.
23. Характеристика микроорганизмов - продуцентов лизина.
24. Микроорганизмы - продуценты триптофана.
25. Микроорганизмы - продуценты глутаминовой кислоты.
26. Технология производства шампиньонов по однозональной схеме
27. Технология выращивания шампиньонов по многозональной схеме
28. Технологическая схема получения биомассы на метане
29. Технологическая схема получения кормовых дрожжей на гидролизных средах
30. Методы культивирования водорослей и условия, оптимальные для их роста.
31. Оборудование, используемое для получения гидролизатов растительного сырья
32. Требования к оборудованию, используемому для культивирования на гидролизатах растительного сырья
33. Требования к оборудованию, используемому для культивирования метанотрофов.
34. Требования к оборудованию, используемому для культивирования микроорганизмов на этаноле.
35. Требования к оборудованию, используемому для культивирования метилотрофов.
36. Требования к оборудованию, используемому для культивирования фотосинтезирующих микроорганизмов.

37. Требования к оборудованию, используемому для получения аминокислот
38. Методы получения этанола как субстрата для выращивания микроорганизмов.
39. Методы получения белковых изолятов из бактерий и дрожжей.
40. Биологически активные пептиды.
41. Микробиологический синтез пептидов.
42. Ауксотрофные и регуляторные мутанты - продуценты аминокислот.
43. Получение белковых изолятов из водорослей.
44. Основные виды грибов, культивируемые в промышленных масштабах.
45. Аминокислоты, производимые в промышленных масштабах.
46. Получение аминокислот из гидролизатов белкового сырья.
47. Аминокислоты, получаемые химическим синтезом.
48. Получение аминокислот биотрансформацией.
49. Получение глутамата натрия.

**в) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПКО-1:**

50. Критерии биологической ценности белка одноклеточных.
51. Пути использования микробного белка для пищевых целей
52. Субстраты, используемые для производства микробной биомассы.
53. Основные методы получения жидких парафинов из нефтяных фракций.
54. Водород как сырье для получения биомассы микроорганизмов пищевого достоинства.
55. Области применения аминокислот.
56. Иммобилизация клеток.
57. Иммобилизованные ферменты
58. Применение иммобилизованных ферментов и клеток
59. Технология получения биомассы бактерий и дрожжей на метаноле.
60. Принципиальная технологическая схема получения белка одноклеточных на этаноле.
61. Технологическая схема получения лизина.
62. Технология производства глутаминовой кислоты.
63. Технология производства триптофана трансформацией антралиновой кислоты и индола.
- Основные закономерности биосинтеза триптофана.
64. Принципиальная технологическая схема получения триптофана.
65. Технология получения боверина.
66. Технология получения инсулина.
67. Классификация методов иммобилизации ферментов
68. Классификация носителей для иммобилизации ферментов

При сдаче экзамена, студент получает три вопроса из перечня, приведенного выше. Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 45 мин.

**4. Темы курсовых работ:**

1. Получение биосорбентов из биомассы гриба *Rhizopus oryzae* и изучение их сорбционной активности
2. Антибактериальные свойства бетулина
3. Разработка методов получения полифункциональных микробиологических препаратов на основе бактерий вида *Rhizobium meliloty* и *Pseudomonas sp.*
4. Изучение активности полисахаридов, полученных на основе биомассы высших грибов
5. Исследование противовирусной активности ряда соединений в отношении вируса гриппа

6. Подбор оптимальных условий для культивирования дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* с целью получения фруктозо-1,6-дифосфата
7. Подбор оптимальной питательной среды для накопления биомассы *B.subtilis* 00711
8. Изучение влияния условий на время хранения закваски
9. Получение и исследование модифицированных ферментов
10. Подбор источников углерода и азота в питательной среде для повышения полифенолоксидазной активности штамма *Funalia trogii* ТИ035
11. Подбор источников азота с целью увеличения коллагенолитической активности глубинной культуры базидиомицетов
12. Контроль качества пивоваренной продукции
13. Получение поверхностно-активных белков из глубинной культуры гриба *Trichoderma viride*
14. Изучение стабильности и микробиологической чистоты активных фармацевтических субстанций мельдония и гопатеновой кислоты

**5. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СТП СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ Порядок проведения зачетов и экзаменов.

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме защиты курсового проекта (курсовой работы), экзамена.

Шкала оценивания на экзамене и на защите курсовой работы балльная («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»).