

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 13.07.2023 17:34:26  
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  
« 20 » апреля 2022 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**Биотрансформация органических соединений**

Направление подготовки

**19.03.01 Биотехнология**

Направленность программы бакалавриата

**Молекулярная биотехнология**

Квалификация

**Бакалавр**

Форма обучения

**Очная**

Факультет **факультета химической и биотехнологии**

Кафедра **молекулярной биотехнологии**

Санкт-Петербург

2022

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Доцент		Русинов А.В.

Рабочая программа дисциплины «Биотрансформация органических соединений»  
обсуждена на заседании кафедры молекулярной биотехнологии  
протокол от «24» марта 2022 № 8  
Заведующий кафедрой

Д.О. Виноходов

Одобрено учебно-методической комиссией факультета химической и биотехнологии  
протокол от «14» апреля 2022 № 8

Председатель

М.В.Рутто

## СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Биотехнология»		М.А.Пушкарев
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 .....	06
3. Объем дисциплины .....	06
4. Содержание дисциплины .....	06
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 .....	10
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины .....	10
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины .....	10
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .....	10
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине .....	11
10.1. Информационные технологии .....	11
10.2. Программное обеспечение .....	11
10.3. Базы данных и информационные справочные системы .....	11
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы .....	11
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....	11
Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации .....	12

**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-3:</b> Способен проводить биотехнологический процесс с использованием клеток микроорганизмов, их составных частей, ферментов</p>	<p><b>ПК- 3.2</b> Использование методов биотрансформации для получения БАВ</p>	<p><b>Знать:</b> основные понятия, цели, задачи и функции биотрансформации (ЗН-1); основные направления биотрансформации органических соединений (ЗН-2); методы, применяемые в биотрансформации (ЗН-3). <b>Уметь:</b> отличать процессы биотрансформации от микробиологического синтеза (У-1). <b>Владеть:</b> представлениями о возможностях и перспективах биотрансформации для производственных целей (В-1); представлениями о возможностях мутантных штаммов, как биореакторов для синтеза сложных по химическому строению молекул (В-2); принципами, необходимыми для решения проблем экологического характера (В3).</p>
	<p><b>ПК-3.6</b> Проведение технологического процесса при промышленном производстве БАВ</p>	<p><b>Знать:</b> принципы микробиологического синтеза и биотрансформации (ЗН-4); особенности технологических процессов получения БАВ (ЗН-5), основные причины возникновения отклонений и возможности их устранения (ЗН-6) <b>Уметь:</b> применять на практике методы биотрансформации и микробиологического синтеза (У-2). <b>Владеть:</b> методами биотрансформации с использованием биологических агентов (В-4); принципами, необходимыми для решения биотехнологических и фармакологических задач при получении БАВ (В-5)</p>

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы бакалавриата (Б1.В.03) и изучается на 4 курсе 7 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Биохимия», «Молекулярная биология», «Общая биотехнология», «Технология биоорганического синтеза». Полученные в процессе изучения дисциплины «Биотрансформация органических соединений» знания, умения и навыки могут быть использованы в научно-исследовательской работе бакалавра и 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	36 (32)
лабораторные работы	36 (32)
курсовое проектирование (КР или КП)	18
КСР	-
другие виды контактной работы	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>54</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	Кр, реферат
<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.	Введение в биотрансформацию	2	2	-	22	ПК-3	ПК- 3.2
2.	Методы биотрансформации	4	2	-	22	ПК-3	ПК- 3.2
3.	Биотрансформация алифатических соединений	2	4	-	-	ПК-3	ПК- 3.6
4.	Биотрансформация ароматических соединений	4	4	8	10	ПК-3	ПК-3.6
5.	Микробиологические трансформации углеводов.	4	2	14	-	ПК-3	ПК-3.6
6.	Биотрансформация гетероциклических соединений	2	4	4	-	ПК-3	ПК-3.6
7.	Биотрансформация природных и полусинтетических алкалоидов	6	6	-	-	ПК-3	ПК-3.6
8.	Биотрансформация антибиотиков.	6	6	6	-	ПК-3	ПК-3.6
9.	Биотрансформация стероидов	6	6	4	-	ПК-3	ПК-3.6

##### 4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, академ. часы	Инновационная форма
1	Введение в биотрансформацию Цели и задачи дисциплины. Общая черта всех процессов биотрансформации. Основные направления процесса. Отличие биотрансформации от микробиологического синтеза.	2	Л
2	Методы биотрансформации Достоинства и недостатки методов биотрансформации. Универсальные реакции трансформации. Собственные реакции трансформации. Субстраты. Требования к идеальному субстрату. Субстраты, обладающие токсичностью.	4	Л

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	Микроорганизмы-трансформаторы. Трансформация растущей культурой. Трансформация суспензиями неразмножающихся клеток. Трансформации, осуществляемые спорами грибов. Методы, основанные на дезорганизации обменных процессов клетки. Применение ингибиторов. Применение мутантов с заблокированным синтезом определенных ферментов. Ферментные препараты и иммобилизованные ферменты (клетки). Политрансформации: монокультурой, смешанными культурами. Последовательные трансформации несколькими культурами..		
3	<i>Биотрансформация алифатических соединений.</i> Окисление терминального атома углерода. Детерминальное окисление. Субтерминальное окисление. Образование воскоподобных эфиров или гликолипидов. Пути метаболизма углеводов. Окисление полиолов. Получение альдоновых кислот. Восстановление углеводов. Изомеризация углеводов.	2	Л, ПЛ
4	<i>Биотрансформация ароматических соединений.</i> Пути микробиологической трансформации до катехола и протокатехоата. Микроорганизмы, как деструкторы ароматических соединений. Трансформация алкилзамещенных ароматических углеводородов: ассимиляция в качестве источника углерода и трансформация в условиях кометаболизма. Реакции гидроксирования ароматического кольца.	4	ПЛ, ЛВ
5	Микробиологические трансформации углеводов. Углеводы – наиболее используемые субстраты микробиологических производств. Реакции ферментативных превращений углеводов.	4	Л
6	<i>Биотрансформация гетероциклических соединений.</i> Пиридиновые соединения: трансформация никотиновой, пиколиновой и дипиколиновой кислот, никотина. Реакции в условиях кометаболизма. Гидроксирование производных пиперидина и хинолина.	2	ПЛ, ЛВ
7	<i>Биотрансформация природных и полусинтетических алкалоидов.</i> Алкалоиды, свойства, классификация, биологическая роль, основные представители. Трансформация индолов, изохиналина и других представителей.	6	Л, ПЛ
8	<i>Биотрансформация антибиотиков.</i> Антибиотики. История их открытия и их место в современном мире. Основные группы антибиотиков: β-лактамы, аминогликозиды, тетрациклины, полиены, антибиотико-макралиды, ансамицины. Биотрансформация пенициллинов: инактивация и трансформация. Биотрансформация	6	Л

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	аминогликозидных антибиотиков: инактивация и трансформация. Биотрансформация тетрациклиновых антибиотиков: инактивация и трансформация. Трансформация рифамицина. Биотрансформация тетрациклиновых антибиотиков: инактивация и трансформация. Трансформация рифамицина.		
9	<i>Биотрансформация стероидов.</i> Стероиды: строение, классификация. Основные типы стероидных молекул. Микробиологическое гидроксирование стероидов. Дегидрогенизация. Микробиологическое восстановление. Превращение окси- и кетогруппы. Отщепление боковых цепей. Гидролиз эфиров стероидов	6	Л

### 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	Методы проведения процессов микробиологических трансформаций.	2	2	РД
2	Пример промышленного использования микробиологических трансформаций. Общая схема процесса биотрансформации.	2	2	-
3	Биотрансформация алканов и алкенов в природной среде.	4	2	-
4	Микробиологические превращения ароматических соединений. Деструкция опасных загрязнений почвы и воды.	4	2	РИ
5	Биотехнологические производства, основанные на трансформации углеводов.	2	2	Д
6	Микробиологические трансформации производных пиридина.	4	4	-
7	Микробиологические трансформации алкалоидов.	6	6	Р
8	Биотрансформация тетрациклиновых антибиотиков	6	6	Р
9	Основные микробиологические превращения стероидов.	6	6	РД

### 4.3.2. Лабораторные работы

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку	
4	Трансформация ароматических соединений в условиях кометаболизма. Биотрансформация фенантрена и антрацена.	8	8	
5	Трансформация D-сорбита в L-сорбозу. Деградация мальтозы растущими клетками. Биоконверсия целлюлозо-содержащего субстрата. Утилизация лигноцеллюлозных материалов	14	12	
6	Трансформация антраниловой кислоты в триптофан	4	2	
7	Получение пенициллина	6	6	
9	Реакция фотоизомеризации	4	4	

### 4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Биотрансформация лекарственных препаратов	8	Устный опрос
1	Перспективы использования биотрансформации для поддержания экологии	8	Устный опрос
1	Вакцины, полученные с помощью методов биотрансформации	6	Устный опрос
2	Перспективы развития биотехнологической промышленности на основе биотрансформации	6	Устный опрос
2	Перспективы научных исследования в области биотрансформации	8	Устный опрос
2	Математические модели процессов биотрансформации	8	Кр
4	Биотрансформация ксенобиотиков у растений	6	Устный опрос
4	Биотрансформация ксенобиотиков у насекомых	4	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**

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 защиты курсового работы и экзамена.

Экзамен предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются вопросами по материалам учебной дисциплины. Ответы на поставленные вопросы даются в письменном виде.

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

Пример варианта вопросов на экзамене:

### **Билет № 1**

1. Биотрансформация и биоконверсия, отличия и сходство.
2. Биотрансформация алкенов.
3. Реакции гидроксирования стероидов.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

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

### **а) печатные издания:**

1. Введение в фармацевтическую микробиологию / В. И. Кочеровец [и др.] ; под ред. В. А. Галынкина, В. И. Кочерова. - СПб. : Проспект Науки, 2014. - 238 с. ISBN 978-5-906109-05-7

2. Нетрусов, А.И. Введение в биотехнологию: учебник для вузов по направлению "Биология" и смежным направлениям / А. И. Нетрусов. - М. : Академия, 2014. - 288 с. ISBN 978-5-4468-0345-3

3. Шмид, Р. Наглядная биотехнология и генетическая инженерия / Р. Шмид; пер. с нем. А. А. Виноградовой, А. А. Синюшина ; под ред.: Т. П. Мосоловой, А. А. Синюшина. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. – 325 с. ISBN 978-5-94774-767-6

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

1. Сазыкин, Ю.О. Биотехнология : Учебное пособие для студентов по спец. 060108 (040500) "Фармация" / Ю. О. Сазыкин, С. Н. Орехов, И. И. Чакалёва; под ред. А. В. Катлинского. - М.: Академия, 2008. – 256. СПбГТИ. Электронная библиотека. URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 09.09.2022). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

2. Химическая технология лекарственных веществ. Основные процессы химического синтеза биологически активных веществ : Учебное пособие / А. А. Йозеп, Б. В. Пассет, В. Я. Самаренко, О. Б. Щенникова. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2020. - 356 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-2037-7 : // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 18.12.2019). - Режим доступа: по подписке.

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

- Интернет портал по биотехнологии <https://bio-x.ru/>
- Общероссийская общественная организация «Общество биотехнологов России» носит имя академика Ю. А. Овчинникова <https://biorosinfo.ru/>
- С компьютеров института открыт доступ к:
  - [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru) - eLIBRARY - научная электронная библиотека периодических изданий;
  - «Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;
  - «Лань» <https://e.lanbook.com/books/>.
  - [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru) - КонсультантПлюс - база законодательных документов по РФ и Санкт-Петербургу;
  - [www.scopus.com](http://www.scopus.com) - База данных рефератов и цитирования Scopus издательства

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

Все виды занятий по дисциплине «Биотрансформация органических соединений» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

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.

СТО СПбГТИ 020-2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные занятия. 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;
- серьезное отношение к изучению материала;
- постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходить, имея знания по уже изученному материалу.

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

– чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины;

- подготовку к практическим занятиям;
- работу с Интернет-источниками.

Материал, пройденный и законспектированный на практических занятиях, необходимо систематически повторять и дополнять как сведениями из литературных источников, представленных в Рабочей программе дисциплины, так и информацией из рекомендованных преподавателем периодических научных изданий, реферативных журналов, сборников докладов и ресурсов сети Internet.

## **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.**

Операционная система Microsoft Windows 8/8.1/10/11 либо Linux «Альт Образование»; Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint) либо Apache OpenOffice; Media Player Classic; актуальная версия веб-браузера Google Chrome/Opera/Firefox

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

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»  
Информационно правовой портал «Гарант»

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

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

специализированный класс для проведения лекционных занятий, имеющий следующее оборудование:

- мультимедиа-проектор;
- проекционный экран;
- лазерная указка;
- портативный компьютер (notebook) или стационарное автоматизированное рабочее место;
- оборудование для подключения к сети Интернет;
- маркерная доска.

## **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 «Биотрансформация органических соединений»**

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

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ПК-3	Способен <b>проводить биотехнологический процесс с использованием клеток микроорганизмов, их составных частей, ферментов</b>	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- 3.2 Использование методов биотрансформации для получения БАВ	<b>Перечисляет</b> основные понятия, цели, задачи и функции биотрансформации (ЗН-1)	Правильные ответы на вопросы № 1-4 к экзамену, защита курсовой работы	Дает определения основным понятиям, целям, задачам и функциям биотрансформации с ошибками	Дает определения основным понятиям, целям, задачам и функциям биотрансформации без ошибок, но не приводит примеры	Дает определения основным понятиям, целям, задачам и функциям биотрансформации без ошибок, приводит примеры
	<b>Перечисляет</b> основные направления биотрансформации органических соединений (ЗН-2)	Правильные ответы на вопросы № 5-8 к экзамену, защита курсовой работы	Перечисляет не все основные направления биотрансформации органических соединений, допускает ошибки	Перечисляет основные направления биотрансформации органических соединений, частично приводит примеры	Перечисляет основные направления биотрансформации органических соединений, приводит примеры
	<b>Перечисляет</b> методы, применяемые в биотрансформации (ЗН-3)	Правильные ответы на вопросы № 9-12 к экзамену, защита курсовой работы	Формулирует определения и описывает методы, применяемые в биотрансформации, с ошибками	Формулирует определения и описывает методы, применяемые в биотрансформации без ошибок, но не может привести примеры	Формулирует определения и описывает методы, применяемые в биотрансформации без ошибок, приводит примеры
	Может <b>провести сравнительный анализ</b> процессов биотрансформации с	Правильные ответы на вопросы № 13-16 к	Слабо ориентируется в процессах биотрансформации и процессах	Хорошо ориентируется в процессах биотрансформации и процессах	Хорошо ориентируется в процессах биотрансформации и процессах

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	процессами микробиологического синтеза (У-1)	экзамену, защита курсовой работы	микробиологического синтеза	микробиологического синтеза, но не может привести пример	микробиологического синтеза, приводит примеры
	<b>Выполняет задание</b> используя знания и представления о возможностях и перспективах биотрансформации для производственных целей (В-1)	Правильные ответы на вопросы № 17-20 к экзамену, защита курсовой работы	Имеет представление о возможностях и перспективах биотрансформации для производственных целей	Разбирается в возможностях и перспективах биотрансформации для производственных целей, путается в примерах	Разбирается в возможностях и перспективах биотрансформации для производственных целей, приводит примеры
	<b>Решает задачи</b> используя знания о возможностях мутантных штаммов, как биореакторов для синтеза сложных по химическому строению молекул (В-2)	Правильные ответы на вопросы № 21-24 к экзамену, защита курсовой работы	Имеет представление о возможностях мутантных штаммов, как биореакторов для синтеза сложных по химическому строению молекул	Имеет представление о возможностях мутантных штаммов, как биореакторов для синтеза сложных по химическому строению молекул. Ответ дополняет примерами.	Разбирается в возможностях мутантных штаммов, как биореакторов для синтеза сложных по химическому строению молекул. Приводит примеры.
	<b>Выполняет задание</b> пользуясь принципами, необходимыми для решения проблем экологического характера (В3)	Правильные ответы на вопросы № 25-28 к экзамену, защита курсовой работы	Имеет представление о принципах, необходимых для решения проблем экологического характера	Разбирается в принципах, необходимых для решения проблем экологического характера, путается в примерах	Разбирается в принципах, необходимых для решения проблем экологического характера, приводит примеры

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
ПК-3.6 Проведение технологического процесса при промышленном производстве БАВ	<b>Перечисляет</b> принципы микробиологического синтеза и биотрансформации (ЗН-1)	Правильные ответы на вопросы № 29-32 к экзамену, защита курсовой работы	Перечисляет принципы микробиологического синтеза, не может назвать перечислить принципы биотрансформации	Перечисляет принципы микробиологического синтеза и биотрансформации. Ответ дополняет примерами	Хорошо ориентируется в принципах микробиологического синтеза и биотрансформации микробиологии. Ответ дополняет примерами.
	<b>Рассказывает</b> об особенностях выполняемых технологических процессов получения БАВ, основных причинах возникновения отклонений, возможностях их устранения (ЗН-2)	Правильные ответы на вопросы № 33-36 к экзамену, защита курсовой работы	Имеет представление об особенностях выполняемых технологических процессов получения БАВ, основных причинах приводящих к возникновению отклонений, возможностях их устранения	Использует представление об особенностях выполняемых технологических процессов получения БАВ, типичных причинах возникновения отклонений, возможностях их устранения для части решаемых задач	Уверенно владеет сведениями об особенностях выполняемых технологических процессов получения БАВ, типичных причинах возникновения отклонений, возможностях их устранения
	<b>Выполняет задание</b> с применением методов биотрансформации и микробиологического синтеза(У-1)	Правильные ответы на вопросы № 37-39 к экзамену, защита курсовой работы	Имеет представление о практическом применении методов биотрансформации и микробиологического синтеза	Имеет представление о практическом применении методов биотрансформации и микробиологического синтеза. Ответ может дополнить примером	Хорошо знает особенности применения методов биотрансформации и микробиологического синтеза. Ответ дополняет примером

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	<b>Выполняет задание</b> с применением методов биотрансформации с использованием биологических агентов (В-1)	Правильные ответы на вопросы № 40-42 к экзамену, защита курсовой работы	Путается в применении методов биотрансформации с использованием биологических агентов в виде ферментов, ферментативных препаратов и живых клеток	Не в полной мере объясняет применение методов биотрансформации с использованием ферментов, ферментативных препаратов и живых клеток	Демонстрирует хорошие навыки по применению методов биотрансформации с использованием ферментов, ферментативных препаратов и живых клеток
	<b>Выполняет задание</b> пользуясь принципами, необходимыми для решения биотехнологических и фармакологических задач для получения БАВ (В2)	Правильные ответы на вопросы № 43-45 к экзамену, защита курсовой работы	Имеет слабое представление о принципах, необходимых для решения биотехнологических и фармакологических задач для получения БАВ	Имеет представление о принципах, необходимых для решения биотехнологических и фармакологических задач для получения БАВ	Демонстрирует уверенные знания о принципах, необходимых для решения биотехнологических и фармакологических задач для получения БАВ

**3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации**  
**Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента**  
**по компетенции ПК-15:**

1. Основные стадии и направления биотехнологического производства.
2. Микроорганизмы-трансформаторы. Отбор и характеристика.
3. Биоконверсия.
4. Основные типы микробиологических трансформаций.
5. Трансформация растущей культурой в периодических условиях.
6. Использование определенных фаз развития культуры.
7. Реакции кометаболизма.
8. Методы, основанные на дезорганизации обменных процессов в клетке.
9. Реакции политрансформации.
10. Биотрансформация алканов.
11. Биотрансформация алкенов и циклоалканов.
12. Трансформация ароматических соединений: путь трансформации ароматических соединений в катехол.
13. Трансформация ароматических соединений: путь трансформации ароматических соединений в протокатехоат.
14. Трансформация алкилзамещенных ароматических углеводов ассимиляцией.
15. Трансформация ароматических соединений в условиях кометаболизма.
16. Биотрансформация ксенобиотиков.
17. Реакции гидроксирования ароматических углеводов.
18. Антибиотики. Особенности их взаимодействия с макромолекулами. Биологическая роль антибиотиков у микроорганизмов продуцентов.
19. Классификация антибиотиков.
20. Инактивация антибиотиков: пенициллинов, аминогликозидов, тетрациклинов.
21. Биотрансформация пенициллинов.
22. Биотрансформация аминогликозидных антибиотиков.
23. Биотрансформация тетрациклиновых антибиотиков.
24. Реакции трансформации основных классов антибиотиков.
25. Стероиды. Особенности строения.
26. Реакции гидроксирования стероидов.
27. Введение и восстановление двойных связей в молекулу стероида.
28. Реакции отщепления боковых цепей стероидов, желчных кислот, прегнанов.
29. Реакции восстановления альдегидов и кетонов.
30. Реакции восстановления дикетонов, первичных и вторичных спиртов.
31. Реакции восстановления нитрогруппы, серосодержащих соединений, C<sub>1</sub>-соединений, карбоксильной группы аминокислот до карбонильной.
32. Реакции гидролиза органических соединений.
33. Реакции дезаминирования аминокислот.
34. Цели и методология биотрансформации.
35. Биотрансформация гетероциклических соединений (пиридиновые и пятичленные).
36. Субстраты, используемые в процессах биотрансформации.
37. Методы в биотрансформации: этапы развития, подходы, общие черты всех процессов.
38. Биотрансформация алкалоидов.
39. Гидроксирование производных пиперидина и хинолина.
40. Реакции биотрансформации аминокислот.
41. Методы, применяемые в биотрансформации органических соединений.
42. Алкалоиды. Классификация, свойства, биологическая роль.
43. Особенности строения основных классов антибиотиков.

44. Декарбоксилирование аминокислот с образованием аминов и аминокислот, превращение моноаминокислот в спирты и оксикислоты.
45. Биоконверсия природных полимеров.

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) Основные стадии процессов биотрансформации.
- 2) Биотрансформация алкилгалогенидов.
- 3) Биотрансформация алкилфосфонатов.
- 4) Биотрансформация терпеноидов.
- 5) Синтез эстрадиена.
- 6) Биотрансформация ксенобиотиков.
- 7) Биологический смысл и биохимические механизмы микробиологической трансформации.
- 8) Роль микробиологической трансформации в процессах деградации чужеродных соединений.
- 9) Микробная биотрансформация витаминов.
- 10) Активное токсическое начало микробных и технологических препаратов.
- 11) Биотрансформация флавинов.
- 12) Условия культивирования микроорганизмов и их антибиотическая активность.
- 13) Основные этапы промышленного получения антибиотиков.
- 14) Методы генетического конструирования микроорганизмов *in vitro*.
- 15) Направленный мутагенез и клеточная инженерия

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

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

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме экзамена и защиты курсовой работы.

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