

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 13.07.2023 17:56:43  
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**  
**БИОТРАНСФОРМАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ**

Направление подготовки

**19.03.01 Биотехнология**

Направленность программы бакалавриата

**Молекулярная биотехнология**

Квалификация

**Бакалавр**

Форма обучения

**Заочная**

Факультет **химической и биотехнологии**

Кафедра **молекулярной биотехнологии**

Санкт-Петербург

2022

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
доцент		доцент Рутто М.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.....	05
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.....	07
4.3.1. Семинары, практические занятия .....	07
4.3.2. Лабораторные занятия.....	09
4.4. Самостоятельная работа.....	09
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	10
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	10
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.....	11
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....	12
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	12
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии.....	13
10.2. Программное обеспечение.....	13
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	13
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.....	13
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....	13

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)
ПК-3 Способен проводить биотехнологический процесс с использованием клеток микроорганизмов, их составных частей, ферментов	ПК-3.2 Использование методов биотрансформации для получения БАВ	<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).</p> <p><b>Уметь:</b> отличать процессы биотрансформации от микробиологического синтеза (У-1).</p> <p><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>
	ПК-3.6 Проведение технологического процесса при промышленном производстве БАВ	<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)</p> <p><b>Уметь:</b> применять на практике методы биотрансформации и микробиологического синтеза (У-2).</p> <p><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 «Биотрансформация органических соединений» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы бакалавриата (Б1.В.03) и изучается на 3 и 4 курсах.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Химия БАВ», «Общая биотехнология», «Биоорганическая химия», «Биохимия». Полученные в процессе изучения дисциплины «Биотехнология лекарственных средств» знания, умения и навыки могут быть использованы при прохождении преддипломной практики, 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>22</b>
занятия лекционного типа	8
занятия семинарского типа, в т.ч.	12
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)*	6 (6)
лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)	6 (6)
курсовое проектирование (КР или КП)	2
КСР	-
другие виды контактной работы	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>185</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	Кр (3)
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП , зачет, экзамен)	<b>КР, Экзамен (9)</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	-	25	ПК-3	ПК-3.2

№ 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			
	Современные достижения. Методы биотрансформации						
2.	Биотрансформация алифатических соединений	-	2	-	20	ПК-3	ПК-3.6
3.	Биотрансформация ароматических соединений	2	1	-	20	ПК-3	ПК-3.6
4.	Биотрансформация гетероциклических соединений	-	1	-	40	ПК-3	ПК-3.6
5.	Биотрансформация природных и полусинтетических алкалоидов	-		2	20	ПК-3	ПК-3.6
6.	Биотрансформация антибиотиков	2		2	20	ПК-3	ПК-3.6
7.	Биотрансформация стероидов	2		2	40	ПК-3	ПК-3.6

#### 4.2. Занятия лекционного типа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, академ. часы	Инновационная форма
1	<i>Введение в биотрансформацию. Современные достижения.</i> Цели и задачи дисциплины. Общая черта всех процессов биотрансформации. Основные направления процесса. Отличие биотрансформации от микробиологического синтеза. Современные достижения в области биотрансформации	1	Л
1	<i>Методы биотрансформации.</i> Достоинства и недостатки методов биотрансформации. Универсальные реакции трансформации. Собственные реакции трансформации. Субстраты. Требования к идеальному субстрату. Субстраты, обладающие токсичностью. Микроорганизмы-трансформаторы. Политрансформации: монокультурой, смешанными культурами. Последовательные трансформации несколькими культурами	1	Л

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
3	<i>Биотрансформация ароматических соединений</i> Пути микробиологической трансформации до катехола и протокатехоата. Трансформация алкилзамещенных ароматических углеводов: ассимиляция в качестве источника углерода и трансформация в условиях кометаболизма.	2	Л,ЛВ
6	<i>Биотрансформация антибиотиков</i> Антибиотики. История их открытия и их место в современном мире. Основные группы антибиотиков: β-лактамные антибиотики, аминогликозидные, тетрациклиновые, полиеновые, антибиотики-макралиды, ансамициновые. Биотрансформация пенициллинов: инактивация и трансформация. Биотрансформация аминогликозидных антибиотиков: инактивация и трансформация. Биотрансформация тетрациклиновых антибиотиков: инактивация и трансформация. Трансформация рифамицина. Биотрансформация тетрациклиновых антибиотиков: инактивация и трансформация. Трансформация рифамицина.	2	Л, ЛВ
7	<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	2	Л, 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	Методы проведения процессов микробиологических трансформаций. Пример промышленного использования микробиологических трансформаций. Общая схема процесса биотрансформации.	2	2	Групповое обсуждение

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку*	
2	Биотрансформация алифатических соединений Окисление терминального атома углерода. Детерминальное окисление. Субтерминальное окисление. Образование воскоподобных эфиров или гликолипидов. Микробиологические трансформации углеводов. Примеры трансформации углеводов	2	2	Кейс-метод
3	Микробиологические трансформации гетероциклических соединений.	1	1	Групповое обсуждение
4	Микробиологические трансформации производных пиридина и индола	1	1	Кейс-метод

#### 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*	
5	Биотрансформация природных и полусинтетических алкалоидов	2	2	МК
6	Биотрансформация антибиотиков	2	2	МК
7	Биотрансформация стероидов	2	2	МК

#### 4.4. Самостоятельная работа обучающихся

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Биотрансформация лекарственных препаратов	5	
1	Перспективы использования биотрансформации для поддержания экологии	5	
1	Перспективы развития биотехнологической промышленности на основе биотрансформации	5	
1	Перспективы научных исследования в области биотрансформации	5	



№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Трансформация растущей культурой. Трансформация суспензиями не размножающихся 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).	5	
2	Пути метаболизма углеводов. Окисление полиолов. Получение альдоновых кислот. Восстановление углеводов. Изомеризация углеводов.	20	
3	Микроорганизмы, как деструкторы ароматических соединений. Реакции гидроксирования ароматического кольца.	20	Контрольная работа
4	Биотрансформация гетероциклических соединений Пиридиновые соединения: трансформация никотиновой, пиколиновой и дипиколиновой кислот, никотина. Реакции в условиях кометаболизма.	20	
4	Трансформация индолов, изохиналина и других представителей. Гидроксирование производных пиперидина и хинолина.	20	
5	Биотрансформация природных и полусинтетических алкалоидов. Алкалоиды, свойства, классификация, биологическая роль, основные представители.	20	Контрольная работа
6	Антибиотики. История их открытия и их место в современном мире. Трансформация рифамицина.	20	
7	Особенности строения и реакционной способности стероидных молекул. Промышленное получение стероидных препаратов. Гидролиз эфиров стероидов	40	Контрольная работа

### **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 экзамена и защиты курсовой работы.

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. Отличие и биотрансформации от микробиологического синтеза
2. Биотехнологическая схема получения полусинтетических антибиотиков
3. Классификация алкалоидов

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

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) Граник, В.Г. Лекарства: фармакологический, биохимический и химический аспекты / В. Г. Граник. Москва: Вузовская книга, 2006. - 407 с. ISBN 5-9502-0124-8.
- 2) Основы токсикологии: учебное пособие для вузов / П. П. Кукин, Н. Л. Пономарев, К. Р. Таранцева [и др.] - Москва : Высшая школа, 2008. - 279 с. ISBN 978-5-06-005717-1.
- 3) Производство лекарственных средств. Контроль качества и регулирование: Практическое руководство / Ред. Ш. К. Гэд ; Пер. с англ. под ред. В. В. Береговых. - СПб. : ЦОП "Профессия", 2013. – 960 с. ISBN 978-5-91884-046-7
- 4) Фаддеев, М.А. Элементарная обработка результатов эксперимента: учебное пособие / М. А. Фаддеев. – Санкт-Петербург, Москва, Краснодар: Лань, 2008. - 117 с. ISBN 978-5-81114-0817-7.
- 5) Введение в фармацевтическую микробиологию / В. И. Кочеровец [и др.] ; под ред. В. А. Галынкина, В. И. Кочеровца. - СПб. : Проспект Науки, 2014. - 238 с. ISBN 978-5-906109-05-7
- 6) Химическая технология лекарственных веществ. Основные процессы химического синтеза биологически активных веществ : Учебное пособие / А. А. Иозеп, 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
- 7) Мокрушин, В.С. Основы химии и технологии биоорганических и синтетических лекарственных веществ : Учебное пособие для вузов по спец. "Химическая технология органических веществ", "Химическая технология синтетических биологически активных веществ", "Биотехнология" / В. С. Мокрушин, Г. А. Вавилов. - СПб. : Проспект Науки, 2009. - 494 с. ISBN 978-5-903090-23-5
- 8) 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
- 9) 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. Иозеп, 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.

3) Сиротинкин, Н.В. Биополимеры : Учебное пособие / Н. В. Сиротинкин, Е. А. Рюткянен, М. В. Рутто ; СПбГТИ(ТУ). Каф. хим. технологии полимеров, СПбГТИ(ТУ). Каф. молекуляр. биотехнологии. – Санкт-Петербург, СПбГТИ (ТУ), 2018. - 25 с. СПбГТИ. Электронная библиотека. URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 09.09.2022). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

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

Интернет-ресурсы: проводить поиск в различных системах, таких как [www.yandex.ru](http://www.yandex.ru), [www.google.ru](http://www.google.ru), [www.rambler.ru](http://www.rambler.ru), [www.yahoo.ru](http://www.yahoo.ru) и использовать материалы сайтов, рекомендованных преподавателем на лекционных занятиях.

– 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

учебный план, РПД и учебно-методические материалы: <http://media.technolog.edu.ru>

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

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

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

СТО СПбГТИ 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Практические и семинарские 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.

## **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 Word, Excel, Power Point), актуальная версия веб-браузера Google Chrome/Opera/Firefox

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

1. Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»
2. <http://elibrary.ru> – Российская поисковая система научных публикаций.
3. <http://springer.com> – англоязычная поисковая система научных публикаций.
4. <http://dissforall.com> – база диссертаций.
5. <http://diss.rsl.ru> – база диссертаций.

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

Для ведения лекционных и практических занятий используется аудитория на 40 посадочных мест, оборудованная доской, демонстрационным экраном, проектором и компьютером.

## **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 «Биотехнология лекарственных средств»**

**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

## 1. 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 - 5 к экзамену, защита курсовой работы	С ошибками перечисляет основные понятия, путается в терминах, не может самостоятельно перечислить основные задачи, решаемые с помощью биотрансформации	Правильно дает определение основным понятиям и терминам биотрансформации. С наводящими вопросами называет задачи и функции.	Знает основные понятия, термины, цели и функции биотрансформации органических соединений
	<b>Называет</b> основные направления биотрансформации органических соединений (ЗН-2);	Правильные ответы на вопросы № 6,7 к экзамену, защита курсовой работы	С ошибками называет направления, не может выделить из названных направлений наиболее актуальные.	С помощью наводящих вопросов преподавателя способен назвать наиболее значимые направления в биотрансформации органических соединений	Самостоятельно называет направления современной биотрансформации
	<b>Перечисляет</b> методы, применяемые в биотрансформации (ЗН-3).	Правильные ответы на вопросы № 8-16 к экзамену	С помощью наводящих вопросов преподавателя называет некоторые методы, но может дать им характеристику	Называет методы, которые наиболее распространены в биотрансформации, но не может охарактеризовать их	Без ошибок перечисляет методы, применяемые в биотрансформации, может описать каждый из них
	Проводит <b>сравнительный анализ</b> процессов биотрансформации с процессами микробиологического синтеза (У-1).	Правильные ответы на вопросы №17-19 к экзамену, защита курсовой работы	С помощью вопросов преподавателя может отличить процесс биотрансформации от микробиологического синтеза	Хорошо ориентируется в процессах биотрансформации и микробиологического синтеза, с помощью преподавателя может провести сравнительный анализ между этими процессами на конкретном примере	Хорошо ориентируется в процессах микробиологического синтеза и биотрансформации, самостоятельно приводит примеры таких процессов и может провести их анализ.

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 представлениями о возможностях и перспективах биотрансформации для производственных целей (В-1);	Правильные ответы на вопросы № 20-22 к экзамену, защита курсовой работы	Демонстрирует минимальные навыки в технологии производства лекарственных средств методами биотрансформации	Под контролем преподавателя демонстрирует навыки ведения технологического процесса при производстве лекарственных средств методами биотрансформации	Демонстрирует навыки ведения технологического процесса при производстве конкретного лекарственного средства методами биотрансформации
	Решает задачи, используя представление о возможностях мутантных штаммов, как биореакторов для синтеза сложных по химическому строению молекул (В-2);	Правильные ответы на вопросы № 23,24 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.
	Демонстрирует навыки владения принципами, необходимыми для решения проблем экологического характера (В3).	Правильные ответы на вопросы № 22-32 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
ПК-3.6 Проведение технологического процесса при промышленном производстве БАВ	<b>Перечисляет</b> принципы микробиологического синтеза и биотрансформации (ЗН-4)	Правильные ответы на вопросы № 33-35 к экзамену,	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	Правильные	Имеет представление об	Использует представление об	Уверенно владеет

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	особенностях выполняемых технологических процессов получения БАВ, основных причинах возникновения отклонений, возможностях их устранения (ЗН-5)	ответы на вопросы № 36-40 к экзамену, защита курсовой работы	особенностях выполняемых технологических процессов получения БАВ, основных причинах приводящих к возникновению отклонений, возможностях их устранения	особенностях выполняемых технологических процессов получения БАВ, типичных причинах возникновения отклонений, возможностях их устранения для части решаемых задач	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-2)	Правильные ответы на вопросы № 41-45 к экзамену	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
	<b>Выполняет задание</b> с применением методов биотрансформации с использованием биологических агентов (В-4)	Правильные ответы на вопросы № 46 -50 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 (В-5)	Правильные ответы на вопросы № 51-54 к экзамену	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**

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

- 1) Цели и методология биотрансформации
- 2) Биотрансформация и биоконверсия, отличия и сходство.
- 3) Реакции кометаболизма.
- 4) Понятие биотрансформации. Надежды и опасения.
- 5) Понятие биоконверсии.
- 6) Возможности биотрансформации
- 7) Основные направления процессов биотрансформации.
- 8) Методы, применяемые в биотрансформации
- 9) Трансформация растущей культурой в периодических условиях.
- 10) Использование определенных фаз развития культуры.
- 11) Реакции кометаболизма.
- 12) Методы, основанные на дезорганизации обменных процессов в клетки.
- 13) Реакции политрансформации.
- 14) Имобилизованные биологические агенты в биотрансформации
- 15) Естественные и синтетические субстраты реакций биотрансформации.
- 16) Биотрансформация ферментами.
- 17) Преимущества биотрансформации перед химическим синтезом.
- 18) Биотрансформация и микробиологический синтез: отличие и сходство.
- 19) Основные стадии процессов биотрансформации.
- 20) Перспективные направления биотрансформации органических веществ
- 21) «Красная», «серая» и «зеленая» биотрансформация
- 22) Перспективные субстраты, используемые в процессах биотрансформации.
- 23) Селекция микроорганизмов-трансформаторов
- 24) Генетические модифицированные штаммы: перспективы их использования в биотрансформации.
- 25) Биотрансформация ксенобиотиков.
- 26) Биотрансформация органического субстрата иммобилизованными клетками.
- 27) Биотрансформация алканов.
- 28) Биотрансформация алкенов.
- 29) Биотрансформация алкилзамещенных ароматических соединений в условиях кометаболизма.
- 30) Биотрансформация гетероциклических соединений (пиридины и пятичленные гетероциклы).
- 31) Биотрансформация в условиях кометаболизма.
- 32) Биотрансформация ароматических соединений.
- 33) Основные принципы микробиологического синтеза.
- 34) Основные принципы биотрансформации
- 35) Возможности биоконверсии
- 36) Отличительные особенности процессов биотрансформации
- 37) Почему возникают отклонения в процессе получения БАВ методом биотрансформации?
- 38) На что надо обращать внимание при проведении процесса биотрансформации в промышленных условиях?
- 39) Как происходит масштабирование процессов биотрансформации?
- 40) Алкалоиды. Их классификация, свойства, биологическая роль.
- 41) Биотрансформация алкалоидов.
- 42) Антибиотики. Особенности их взаимодействия с макромалекулами. Биологическая роль антибиотиков у микроорганизмов продуцентов.
- 43) Классификация антибиотиков.

- 44) Инактивация антибиотиков: пенициллинов, тетрациклинов, аминогликозидов.
- 45) Стероиды. Особенности их строения.
- 46) Процессы окисления полиолов.
- 47) Получение альдоновых кислот методами биотрансформации
- 48) Реакции гидроксирования ароматических углеводов.
- 49) Гидроксирование производных пиперидина и хинолина.
- 50) Реакции восстановления и изомеризации углеводов.
- 51) Реакции трансформации основных классов антибиотиков.
- 52) Реакции гидроксирования стероидов.
- 53) Введение и восстановление двойных связей в молекулу стероида.
- 54) Реакции отщепления боковых цепей стероидов, желчных кислот, прегнанов.

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

#### **4. Темы курсовых работ**

Ниже приведены примерные темы курсовых работ:

- 1) Стадия биотрансформации в процессе получения витамина С.
- 2) Трансформирующая активность микроорганизмов в условиях кометаболизма.
- 3) Биоконверсия целлюлозосодержащего субстрата.
- 4) Получение пенициллина.
- 5) Трансформация D-сорбита в L-сорбозу.

#### **5. Контрольные работы**

Для проведения контроля самостоятельной работы обучающегося предусмотрено выполнение контрольных работ. Ниже приведены варианты контрольных работ.

##### **Контрольная работа №1.**

1. Методы, применяемые в биотрансформации.
2. Биотрансформация алкилзамещенных ароматических соединений в условиях кометаболизма.
3. Реакции восстановления и изомеризации углеводов.
4. Реакции кометаболизма.

##### **Контрольная работа №2.**

Вариант №1

1. Биопрепараты растительного происхождения
2. Имобилизованные биообъекты (культуры клеток и индивидуальные ферменты)
3. Восстановление альдегидов до первичных спиртов. Примеры.

##### **Контрольная работа №3.**

Вариант №1

1. Перспективы развития биотехнологической промышленности на основе биотрансформации
2. Восстановление кетонов и дикетонов.
3. Биотрансформация ксенобиотиков у растений.
4. Перспективы научных исследований в области биотрансформации

**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 экзамена и защиты курсовой работы.

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