

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



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

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной и методической работе  
\_\_\_\_\_ Б.В.Пекаревский  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2016 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**БИОКАТАЛИЗ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

Направление подготовки  
**19.03.01 Биотехнология**

Направленности образовательной программы

**Молекулярная биотехнология**

Квалификация

**Бакалавр**

Форма обучения

**Заочная**

Факультет **химической и биотехнологии**

Кафедра **молекулярная биотехнология**

Санкт-Петербург

2016

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Разработчики		Г.В.Козлов

Рабочая программа дисциплины «Биокатализ в промышленности» обсуждена на заседании кафедры молекулярная биотехнология протокол от 14 января 2016 № 10

Заведующий кафедрой

Д.О. Виноходов

Одобрено учебно-методической комиссией факультета химической и биотехнологии протокол от 20.01.2016 № 6

Председатель

М.В.Рутто

## СОГЛАСОВАНО

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

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	04
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы .....	04
3. Объем дисциплины .....	05
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий .....	05
4.2. Занятия лекционного типа .....	06
4.3. Занятия семинарского типа .....	09
4.3.1. Семинары, практические занятия .....	09
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 основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины .....	10
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины .....	11
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .....	11
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии .....	11
10.2. Программное обеспечение .....	11
10.3. Информационные справочные системы .....	12
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине .....	12
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....	12
Приложения:	
1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации .....	14

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

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими компетенциями:

<i>Коды компетенции</i>	<i>Результаты освоения ООП (содержание компетенций)</i>	<i>Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине</i>
<b>ПК-1</b>	Способностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции	<b>Знать:</b> ключевые параметры биокаталитических процессов и современные способы их контроля <b>Уметь:</b> разрабатывать порядок контроля биокаталитического технологического процесса <b>Владеть:</b> навыками разработки регламентов в части определения перечня контролируемых параметров и подбору методик и контроля
<b>ПК-2</b>	Способностью к реализации и управлению биотехнологическими процессами	<b>Знать:</b> основные управляющие воздействия на биокаталитический процесс и набор базовых контролируемых параметров <b>Уметь:</b> определять исчерпывающий перечень контролируемых и регулируемых параметров для основных биокаталитических процессов <b>Владеть:</b> навыком лабораторного проведения биокаталитических процессов со свободными и иммобилизованными биокатализаторами
<b>ПК-3</b>	Готовностью оценивать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения	<b>Знать:</b> Преимущества и недостатки основных биокаталитических процессов, <b>Уметь:</b> оценивать последствия своей профессиональной деятельности <b>Владеть:</b> навыком обоснованно оценивать экологические преимущества и недостатки конкретных биокаталитических процессов и технологий

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к дисциплинам по выбору вариативной части (Б1.В.ДВ.7.1) и изучается на 5.

Обучающиеся должны иметь знания по дисциплинам «Микробиологии», «Биохимия», «Общая биотехнология», «Процессы и аппараты химической технологии», «Промышленная биотехнология» в объеме программы бакалавриата. Данная дисциплина является завершающей дисциплиной профессионального цикла.

### 3 Объем дисциплины

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Заочная форма обучения
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	6/216
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>22</b>
занятия лекционного типа	8
занятия семинарского типа, в т.ч.	<b>14</b>
семинары, практические занятия	14
лабораторные работы	-
курсовое проектирование (КР или КП)	-
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)	экзамен

### 4 Содержание дисциплины

#### 4.1 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1.	Основные понятия и определения. Место биокатализа в технологии.	1	-	-	5	ПК-2
2.	Некоторые аспекты кинетики биокаталитических процессов	1	-	-	-	ПК-2
3.	Коферменты	0,5	-	-	-	ПК-2
4.	Регуляция активности ферментов	0,5	-	-	20	ПК-2
5.	Иммобилизация ферментов. Получение биокатализаторов	0,5	4		35	ПК-2
6.	Реакции препаративного органического синтеза	0,5	-	-	25	ПК-2
7.	Реакции окисления	0,5	-	-	25	ПК-2
8.	<u>Реакции восстановления</u>	0,5	-	-	-	ПК-2
9.	Разделение рацематов	0,5	-	-	20	ПК-2
10	Получение целлюлозного этанола биокаталитическим способом.	0,5	4		20	ПК-2
11	Биокаталитическое получение	0,5	3		-	ПК-1

	биодизельного топлива. Липазы					ПК-3
12	Переработка ЖРО. Лигнинпероксидазы	0,5	3		15	ПК-1 ПК-3
13	Аппаратурное обеспечение биокаталитических процессов	1	-		20	ПК-1 ПК3

#### 4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1.	<i>Основные понятия и определения</i> Термины и определения. Ферменты – биологические катализаторы. Сходство и отличия ферментов и химических катализаторов. Строение ферментов. Классы ферментов. Типы ферментативных реакций. Единицы активности ферментов	1	Слайд-презентация,
2.	<i>Некоторые аспекты кинетики биокаталитических процессов.</i> Уравнение Михаэлиса-Ментен. Уравнение Бриггса-Холдейна. Уравнение Лайнуивера- Бэрка. Уравнение	1	Слайд-презентация,
3.	<i>Коферменты</i> Окислительно – восстановительные коферменты. НАД. НАДФ. Флавиновые коферменты. ФАД. Кобаламинные и кобаламинные коферменты. Коферменты, не обладающие окислительно-восстановительными свойствами. Кофермент А	0,5	Слайд-презентация,
4.	<i>Регуляция активности ферментов</i> Аллостерическая регуляция и механизм обратной связи. Активация фермента предшественником. Ингибирование по принципу обратной связи. Частные примеры регуляции.	0,5	Слайд-презентация, групповая дискуссия
5.	<i>Иммобилизация ферментов. Получение биокатализаторов</i> Предпосылки использования иммобилизованных ферментов и микроорганизмов. Методы иммобилизации ферментов. Носители для иммобилизации. Перспективные способы иммобилизации.	0,5	Слайд-презентация, групповая дискуссия
6.	<i>Реакции препаративного органического синтеза</i> Реакции замещения. Метилирование. Галогенирование. Замещение в ароматической системе с образованием связи С-С.	0,5	Слайд-презентация, групповая дискуссия
7.	<i>Реакции окисления</i> Окисление спиртов. Окисление аминопроизводных в карбонильные соединения. Гидроксилирование. Микробиологическое окисление терпенов с получением диолов.	0,5	Слайд-презентация, групповая дискуссия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
8.	<i>Реакции восстановления</i> Восстановление ди- и трикарбонильных соединений. Восстановление оксокислот, оксоэфиров, оксоамидов. Другие реакции восстановления. Регенерация кофермента НАДН.	0,5	Слайд-презентация, групповая дискуссия
9.	<i>Разделение рацематов</i> Развитие мирового рынка хиральных продуктов. Биокаталитическое разделение оптических изомеров. Этерификация и переэтерификация.	0,5	Слайд-презентация, групповая дискуссия
10	<i>Получение целлюлозного этанола биокаталитическим способом.</i> Переработка крахмала без разваривания. Получение этанола из лигноцеллюлозы. Технологии предобработки лигноцеллюлозы. Полиферментативный гидролиз лигноцеллюлозы. Получение этанола из биомассы макроводорослей	0,5	Слайд-презентация, групповая дискуссия
11	<i>Липазы</i> Коммерческие препараты липазы. Основные промышленные продуценты липаз. Иммуобилизация. Восстановление активности липаз. Экономические аспекты использования липаз.	0,5	Слайд-презентация, групповая дискуссия
12	<i>Переработка ЖРО. Лигнинпероксидазы</i> Технологическая ниша биокатализа в переработке жидких радиоактивных отходов. Преимущества и недостатки способа.	0,5	Слайд-презентация, групповая дискуссия
13	<i>Аппаратурное обеспечение биокаталитических процессов</i> Классическое аппаратурное обеспечение процессов с участием иммобилизованных микроорганизмов и ферментов.	1	Слайд-презентация, групповая дискуссия

#### 4.3. Занятия семинарского типа.

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

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
5	Ключевые продуценты ферментов, используемые в промышленности	4	групповая дискуссия
10	Пример промышленного использования – получение этанола из лигноцеллюлозы. Теоретическая проработка вопроса. Планирование эксперимента. Обработка результатов и подготовка отчета. Представление и защита отчета.	4	Слайд-презентация, групповая дискуссия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
11	<u>Биокаталитическое получение биодизельного топлива. Липазы.</u> Теоретическая проработка вопроса.	3	групповая дискуссия
12	<u>Переработка ЖРО. Лигнинпероксидазы</u> Теоретическая проработка вопроса. Планирование эксперимента. Проверка исходных показателей отходов. Проведение биокаталитической дегградации ПАВ. Анализ степени разложения ПАВ. Обработка результатов и подготовка отчета. Представление и защита отчета.	3	Слайд-презентация, групповая дискуссия

#### 4.3.2 Лабораторные занятия

Учебным планом не предусмотрены.

#### 4.4 Самостоятельная работа обучающихся

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Потенциальные технологические ниши использования биокаталитических технологий	5	
4	Поливалентное аллостерическое ингибирование. Каскадное аллостерическое ингибирование. Сочетание активации и ингибирования при синтезе двух различных конечных продуктов и при одном промежуточном метаболите. Индукция ферментов у микроорганизмов. Катаболитная репрессия. Регулирующая функция фосфатов. Регуляция азотсодержащими соединениями микробных клеток. Использование слабых физических полей.	20	
5	Иммобилизация с помощью ковалентной связи. Образование амидной связи. Образование diaзосоединений. Методы алкилирования. Использование бифункциональных реагентов. Прочие методы. Иммобилизация в липосомы. Микрокапсулирование. Иммобилизация в гель. Методы иммобилизации микроорганизмов. Специфический для живых микроорганизмов метод иммобилизации.	30	
5	Биотехнологические компании, производящие биокатализаторы	5	Контрольная работа №1
6	Реакции присоединения и элиминирования. Присоединение по C=C связи. Получение меченых изотопами реактивов. Присоединение по C=N связи.	25	
7	Окисление азотсодержащих гетероциклических соединений. Дегидрирование связи СН-СН. Микробиологическое окисление сульфидов до сульфоксидов. Неспецифическое окисление.	25	



№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
9	Гидролиз рацемических эфиров хиральных монокарбоновых кислот. Разделение рацемических эфиров, не содержащих других функциональных групп.	20	
10	<u>Биокаталитическое получение биодизельного топлива.</u> Сырьевая база и технологии получения биодизеля. Химический катализ, недостатки. Биокатализ. Ацил-акцептор. Влажность. Противodeйствие инактивации биокатализатора. Постепенное (дробное) добавление спирта. Применение соразтворителей. Использование безопасных для липаз ацил-акцепторов. Удаление глицерина. Предварительная обработка биокатализатора.	20	Контрольная работа №2
12	<i>Переработка ЖРО. Лигнинпероксидазы</i> Технологическая ниша биокатализа в переработке жидких радиоактивных отходов. Преимущества и недостатки способа.	15	
13	<i>Аппаратурное обеспечение биокаталитических процессов</i> Насадочные реакторы. Газлифтные реакторы. Роторно-дисковые реакторы. Мембранные реакторы. Реакторы кипящего слоя. Современные тенденции в развитии аппаратурного обеспечения биокаталитических процессов. Микрореакторы.	20	Контрольная работат №3

#### 4.4.1 Варианты контрольных работ

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

##### *Вариант №1*

1. Уравнение Михаэлиса-Ментен.
2. Имобилизованные ферменты.
3. Биокаталитическое разделение оптических изомеров с использованием этерификация и переэтерификация
4. Индукция ферментов у микроорганизмов.

##### *Вариант №2*

1. Перспективы развития промышленности на основе биокатализа.
2. Биокатализ реакций окисления азотсодержащих гетероциклических соединений.
3. Гидролиз рацемических эфиров хиральных монокарбоновых кислот.
4. Противodeйствие инактивации биокатализатора при переэтерификации триглицеридов.

##### *Вариант №3*

1. Перспективы научных исследования в области биокатализа.
2. Мембранные реакторы.
3. Противodeйствие инактивации биокатализатора
4. Переработка ЖРО пенной дезактивации по технологии глубокого упаривания - технологическая ниша биокатализа.

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

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

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

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

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

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена.

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

Экзамен предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются вопросами по материалам дисциплины.

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. Биокатализ. Термины и определения
2. Регенерация кофермента НАДН при проведении биокаталитического восстановления.
3. Химические способы предобработки лигноцеллюлозы перед ферментативным гидролизом. Варка с органическими растворителями.

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

### **а) основная литература:**

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

2 Буданов, В.В. Химическая кинетика: учебное пособие для вузов по направлениям подготовки "Химическая кинетика", "Биотехнология", "Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии" / В. В. Буданов, Т. Н. Ломова, В. В. Рыбкин. - СПб. ; М.; Краснодар : Лань, 2014. - 288 с.

### **б) дополнительная литература:**

3. Колесников, Б.А. Основы биотехнологии : учебное пособие / Б. А. Колесников, М. А. Пушкарев, М. М. Шамцян ; СПбГТИ(ТУ). Каф. технологии микробиол. синтеза. - Электрон. текстовые дан. - СПб.: [б. и.], 2015. Ч. 2: Периодическое культивирование микроорганизмов. - 2015. - 20 с.

### **в) вспомогательная литература:**

4. Халгаш, Я. Биокатализаторы в органическом синтезе / Я. Халгаш; пер. со словац. С. С. Злотского. - М. : Мир, 1991. - 204 с.

5. Шамцян, М.М. Иммунизация клеток микроорганизмов в матрицы гелей и их применение для получения различных метаболитов: Методические указания к лабораторной работе / М. М. Шамцян ; СПбГТИ(ТУ). Каф. технологии микробиол. синтеза. - СПб. : [б. и.], 2003. - 31 с.

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», 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 «Биокатализ в промышленности» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТП СПб ГТИ 018-2002: КС УКДВ. Виды учебных занятий. Практические и семинарские 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 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. 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 багаж знаний и вопросов по уже изученному материалу.

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

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

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

чтение лекций с использованием слайд-презентаций;  
взаимодействие с обучающимися посредством электронной почты.

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

Microsoft Office (Microsoft Excel)

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

- 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>

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

Минимально необходимый перечень материально-технического обеспечения включает в себя компьютеры, принтеры, сканеры, для демонстрации биокаталитических процессов необходимы жидкостной термостат, магнитная мешалка, биокаталитическая ячейка и оборудование для тонкослойной хроматографии.

Лекции и семинарские занятия сопровождается демонстрацией презентаций с применением мультимедийной техники.

Семинарские занятия проводятся на базе лаборатории клеточной биотехнологии СПбГТИ (ТУ) и микробиологической лаборатории кафедры технологии микробиологического синтеза СПбГТИ (ТУ).

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

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

**Фонд оценочных средств  
для проведения промежуточной аттестации по  
дисциплине «Биокатализ в промышленности»**

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

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

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

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Освоение раздела № 1	<i>Знать:</i> основные понятия, термины и определения в области биокатализа <i>Уметь:</i> классифицировать типы ферментативных реакций <i>Владеть:</i> навыками оценки активности ферментов	Правильные ответы на вопросы № 1-6	ПК-2
Освоение раздела № 2	<i>Знать:</i> основные понятия, термины и определения в области кинетики биокатализа <i>Уметь:</i> определять основные кинетические параметры биокатализаторов <i>Владеть:</i> навыками определения кинетических параметров биокатализаторов	Правильные ответы на вопросы № 7-10	ПК-2
Освоение раздела № 3	<i>Знать:</i> роль и свойства коферментов, применяемых в биокатализе <i>Уметь:</i> подбирать состав реакционной смеси для биокатализа <i>Владеть:</i> навыками составления состава реакционной смеси	Правильные ответы на вопросы № 11,12	ПК-2

Освоение раздела № 4	<i>Знать:</i> способы регуляции, применяемых в биокатализе <i>Уметь:</i> подбирать способ регуляции активности ферментативного процесса <i>Владеть:</i> навыками составления состава реакционной смеси	Правильные ответы на вопросы № 13-15	ПК-2
Освоение раздела № 5	<i>Знать:</i> способы иммобилизации ферментов и микроорганизмов <i>Уметь:</i> подбирать способ иммобилизации в зависимости от предполагаемого технологического процесса <i>Владеть:</i> навыками использования иммобилизованных ферментов	Правильные ответы на вопросы № 16-20	ПК-2
Освоение раздела № 6	<i>Знать:</i> основные биокаталитические реакции, используемые в препаративном органическом синтезе <i>Уметь:</i> подбирать биокатализатор в зависимости от предполагаемого технологического процесса <i>Владеть:</i> навыками подбора инкубационной среды	Правильные ответы на вопросы № 21-24,30	ПК-2
Освоение раздела № 7	<i>Знать:</i> основные окислительные биокаталитические реакции <i>Уметь:</i> подбирать биокатализатор в зависимости от предполагаемого технологического процесса <i>Владеть:</i> навыками подбора инкубационной среды	Правильные ответы на вопросы № 25-29.	ПК-2
Освоение раздела № 8	<i>Знать:</i> основные восстановительные биокаталитические реакции, используемые в препаративном органическом синтезе <i>Уметь:</i> подбирать биокатализатор в зависимости от предполагаемого технологического процесса <i>Владеть:</i> навыками подбора инкубационной среды	Правильные ответы на вопросы № 31-34.	ПК-2
Освоение раздела № 9	<i>Знать:</i> основные биокаталитические реакции, используемые для разделения рацематов <i>Уметь:</i> подбирать биокатализатор в зависимости от предполагаемого технологического процесса <i>Владеть:</i> навыками подбора инкубационной среды	Правильные ответы на вопросы № 35-37.	ПК-2

Освоение раздела № 10	<p><b>Знать:</b> основные особенности технологических процессов получения целлюлозного этанола с использованием ферментативного гидролиза</p> <p><b>Уметь:</b> подбирать способ предобработки и состав биокатализаторов в зависимости от предполагаемого сырья для технологического процесса</p> <p><b>Владеть:</b> навыками подбора инкубационной среды</p>	Правильные ответы на вопросы № 38-42.	ПК-2
Освоение раздела № 11	<p><b>Знать:</b> Коммерческие препараты иммобилизованных липаз и основные продуценты используемые для их получения в промышленности.</p> <p><b>Уметь:</b> организовывать технологический процесс избегая преждевременной инактивации липаз</p> <p><b>Владеть:</b> способами реактивации липаз</p>	Правильные ответы на вопросы № 44-47.	ПК-1
	<p><b>Знать:</b> Сырьевую базу и основные технологии получения биодизеля</p> <p><b>Уметь:</b> оценивать преимущества и недостатки технологических процессов получения биодизеля с экологической точки зрения.</p> <p><b>Владеть:</b> навыком оценки с точки зрения экологичности предлагаемой на рынке аппаратуры и технических решений в области получения биодизельного топлива</p>	Правильные ответы на вопрос № 43.	ПК-3
Освоение раздела № 12	<p><b>Знать:</b> Технологическую нишу биокатализа при переработке ЖРО</p> <p><b>Уметь:</b> определять эффективность процесса</p> <p><b>Владеть:</b> методикой поверхностной активности по пене</p>	Правильные ответы на вопрос № 49.	ПК-1
	<p><b>Знать:</b> преимущества дополнения технологии переработки ЖРО биокаталитической стадией</p> <p><b>Уметь:</b> определять последовательность технологических операций при биокаталитической обработке ЖРО</p> <p><b>Владеть:</b> навыком подбора состава реакционной смеси</p>	Правильные ответы на вопрос № 48.	ПК-3

Освоение раздела № 13	<p><i>Знать:</i> Классическое аппаратное обеспечение процессов с участием иммобилизованных микроорганизмов и ферментов.</p> <p><i>Уметь:</i> осуществлять подбор оборудования в зависимости от специфики процесса</p> <p><i>Владеть:</i> навыком оценки предлагаемой на рынке аппаратуры и технических решений в области биокатализа</p>	Правильные ответы на вопрос № 50.	ПК-1
	<p><i>Знать:</i> Современные тенденции в развитии аппаратного обеспечения биокаталитических процессов.</p> <p><i>Уметь:</i> Реализовывать преимущества микрореакторов в приложении к процессу получения биодизельного топлива</p> <p><i>Владеть:</i> навыком оценки с точки зрения экологичности предлагаемой на рынке аппаратуры и технических решений в области биокатализа</p>	Правильные ответы на вопрос № 51	ПК-3

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015 г.

промежуточная аттестация проводится в форме экзамена, результат оценивания – «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично».

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

#### **а) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПК-2**

1. Биокатализ. Термины и определения.
2. Сходство и отличия ферментов и химических катализаторов.
3. Строение ферментов.
4. Классификация ферментов.
5. Типы ферментативных реакций.
6. Единицы активности ферментов
7. Уравнение Михаэлиса-Ментен.
8. Уравнение Бриггса Холдейна.
9. Уравнение Лайнуивера Бэрка.
10. Уравнение Хилла.
11. Окислительно – восстановительные коферменты.
12. Коферменты, не обладающие окислительно – восстановительными свойствами.
13. Аллостерическая регуляция активности ферментов.
14. Индукция ферментов у микроорганизмов.
15. Катаболитная репрессия.
16. Предпосылки использования иммобилизованных ферментов и микроорганизмов.
17. Иммобилизация с помощью ковалентной связи.
18. Иммобилизация в липосомы.
19. Микрокапсулирование.
20. Иммобилизация в гель.
21. Биокатализ реакций замещения. Метилирование.
22. Биокатализ реакций замещения. Галогенирование.
23. Биокатализ реакций присоединения по С=C связи.



24. Биокатализ реакций присоединения по C=N связи.
25. Биокатализ реакций окисления спиртов.
26. Биокатализ реакций окисления аминопроизводных в карбонильные соединения.
27. Биокаталитическое гидрокселирование.
28. Микробиологическое окисление терпенов с получением диолов.
29. Биокатализ реакций окисления азотсодержащих гетероциклических соединений.
30. Биокаталитическое дегидрирование связи CH-CH.
31. Микробиологическое окисление сульфидов до сульфоксидов.
32. Биокаталитическое восстановление ди- и трикарбонильных соединений.
33. Биокаталитическое восстановление оксокислот, оксоэфиров, оксоамидов.
34. Регенерация кофермента НАДН при проведении биокаталитического процесса.
35. Развитие мирового рынка хиральных продуктов.
36. Биокаталитическое разделение оптических изомеров с использованием этерификация и переэтерификация.
37. Биокаталитическое разделение рацемических эфиров, не содержащих других функциональных групп.
38. Получение этанола из крахмала без разваривания.
39. Получение этанола из лигноцеллюлозы с использованием ферментативного гидролиза целлюлозы.
40. Технологии предобработки лигноцеллюлозы перед ферментативным гидролизом (метод).
41. Полиферментативный гидролиз лигноцеллюлозы.
42. Получение этанола из биомассы макроводорослей
42. Сырьевая база и технологии получения биодизеля.
- б) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПК-1**
44. Коммерческие препараты иммобилизованных липаз.
45. Основные промышленные продуценты липаз.
46. Противоядие инактивации биокатализатора при переэтерификации триглицеридов.
47. Способы реактивации липаз.
49. Биокаталитическая деградация ПАВ без образования пены.
50. Классическое аппаратное обеспечение процессов с участием иммобилизованных микроорганизмов и ферментов.
- в) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПК-3**
43. Химический и биокатализ переэтерификации триглицеридов - преимущества и недостатки.
48. Переработка ЖРО пенной дезактивации по технологии глубокого упаривания - технологическая ниша биокатализа.
51. Современные тенденции в развитии аппаратного обеспечения биокаталитических процессов. Преимущества микрореакторов.

К экзамену допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. При сдаче экзамена, студент получает три вопроса из перечня, приведенного выше. Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 30 мин.

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

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