

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 28.08.2025 10:25:49
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
«_____» _____ 2025 г.

Рабочая программа дисциплины
ИНЖЕНЕРНАЯ ЭНЗИМОЛОГИЯ

Специальность

06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика

Специализация

Биоинженерия и биоинформатика

Квалификация

Инженер

Форма обучения

Очная

Факультет **химической и биотехнологии**

Кафедра **технологии микробиологического синтеза**

Санкт-Петербург

2025

Б1.В.05

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.....	06
4.2. Занятия лекционного типа.....	08
4.3. Занятия семинарского типа.....	12
4.3.1. Семинары, практические занятия	12
4.3.2. Лабораторные занятия.....	13
4.4. Самостоятельная работа.....	13
4.5 Темы индивидуального задания.....	13
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	13
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	13
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины	14
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....	15
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	15
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии.....	15
10.2. Программное обеспечение.....	15
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	15
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы	16
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья	16
Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации...	17

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

В результате освоения образовательной программы специалитета 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 самостоятельно проводить теоретическую и экспериментальную научно-исследовательскую работу в области биоинженерии	ПК-3.3 Использование технологических приемов биокатализа для разработки процессов синтеза активных субстанций	Знать: Области применения, основные преимущества и ограничения на использование ферментативных реакций в технологических процессах (ЗН-1). Биокаталитические реакции в химии фармацевтических субстанций (ЗН-2). Виды биокатализаторов и методы иммобилизации (ЗН-3). Основные аспекты кинетики ферментативных реакций (ЗН-4). Аппаратурное обеспечение процессов биокатализа (ЗН-5). Уметь: Оценивать целесообразность использования и место энзиматических реакций в конкретном технологическом процессе (У-1). Определять перечень необходимых и достаточных для инженерных расчетов параметров процесса (У-2). Владеть: Навыками расчетов максимальной скорости ферментативных реакций и константы Михаэлиса, определения периода полуинактивации фермента на основании экспериментальных данных (Н-1). Навыками подбора вида биокатализатора и типа аппарата для конкретного биокаталитического процесса (Н-2).

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к дисциплинам части, формируемая участниками образовательных отношений (Б1.В.05) и изучается на 5 курсе в 9 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Физическая химия», «Органическая химия», «Биохимия», «Химия биологически активных веществ», «Процессы и аппараты химической технологии» и «Процессы и аппараты химической технологии». Полученные в процессе изучения дисциплины «Инженерная энзимология» знания, умения и навыки могут быть использованы при прохождении производственной практики, а также при выполнении выпускной квалификационной работы

3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/академ. часов
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	6/ 216
Контактная работа с преподавателем:	80
занятия лекционного типа	30
занятия семинарского типа, в т.ч.	50
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)*	50 (50)
лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)	-
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	-
другие виды контактной работы	-
Самостоятельная работа	109
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	реферат
Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)	Экзамен (27)

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,	Формируемые компетенции	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы			
1.	Основные понятия и определения.	2	0	0	40	ПК-3	ПК-3.3
2.	Роль и место ферментативного катализа в концепции «зеленой химии».	2	2	0	0	ПК-3	ПК-3.3
3.	Кинетика ферментативных реакций	2	2	0	0	ПК-3	ПК-3.3
4.	Ингибирование ферментов	2	2	0	0	ПК-3	ПК-3.3
5.	Ферменты, не подчиняющиеся кинетике Михаэлиса-Ментен	2	0	0	9	ПК-3	ПК-3.3
6.	Изучение субстратной специфичности ферментов с использованием хромогенных субстратов (на примере жирнокислотной специфичности липазы).	2	34	0	0	ПК-3	ПК-3.3
7.	Иммобилизация ферментов	2	0	0	20	ПК-3	ПК-3.3
8.	Коферменты	2	0	0	10	ПК-3	ПК-3.3
9.	Регуляция активности ферментов	2	0	0	10	ПК-3	ПК-3.3
10.	Реакции препаративного органического синтеза	2	0	0	5	ПК-3	ПК-3.3
11.	Окисление	2	0	0	5	ПК-3	ПК-3.3
12.	Восстановление	2	0	0	5	ПК-3	ПК-3.3
13.	Разделение рацематов	2	0	0	5	ПК-3	ПК-3.3
14	Перспективные виды химических аппаратов для	2	2	0	0	ПК-3	ПК-3.3

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, академ. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа,	Формируемые компетенции	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы			
	проведения биокаталитических реакций						
15	Приложение биокатализа к различным отраслям химической технологии.	2	8	0	0	ПК-3	ПК- 3.3

4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1.	<u>Основные понятия и определения.</u> Термины и определения. Ферменты – биологические катализаторы. Сходство и отличия ферментов и химических катализаторов. Строение ферментов. Классы ферментов. Типы ферментативных реакций. Единицы активности ферментов	2	Презентация
2.	<u>Роль и место ферментативного катализа в концепции «зеленой химии».</u> Экономические предпосылки. Возникновение концепции, основные принципы, важнейшие направления. Сырье, растворители, аппаратура, катализаторы, отходы с точки зрения концепции зеленой химии. Биокатализ как ключевой инструмент технологий зеленой химии.	2	Презентация
3.	<u>Кинетика ферментативных реакций</u> Уравнение Михаэлиса-Ментен. Уравнение Бриггса Холдейна. Уравнение Лайнуивера Бэрка.	2	Презентация
4.	<u>Ингибирование ферментов</u> Конкурентное, неконкурентное и бесконкурентное ингибирование. Смешанный тип ингибирования. Смешанное конкурентное-неконкурентное ингибирование. Смешанное неконкурентное-бесконкурентное ингибирование. Субстратное ингибирование	2	Презентация
5.	<u>Ферменты, не подчиняющиеся кинетике Михаэлиса-Ментен</u> Уравнение Хилла. Методы определения коэффициента Хилла	2	Презентация
6.	<u>Изучение субстратной специфичности ферментов с использованием хромогенных субстратов (на примере жирнокислотной специфичности липазы).</u> Триглицериды как субстрат наилучшим образом раскрывающий нюансы специфичности фермента: регио- и субстратная специфичность. Способ синтеза хромогенного субстрата (сложного эфира жирной кислоты с паранитрофенолом). Влияние pH на окраску раствора пара-нитрофенола. Нюансы построения и использования калибровочного графика. Методы выделения индивидуальных жирных кислот. Методы очистки целевого продукта синтеза от побочных.	2	Презентация

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационна я форма
7.	<p><u>Иммобилизация ферментов</u> Предпосылки использования иммобилизованных ферментов и микроорганизмов. Методы иммобилизации ферментов. Носители для иммобилизации. Иммобилизация с помощью ковалентной связи. Образование амидной связи. Образование диазосоединений. Методы алкилирования. Использование бифункциональных реагентов. Прочие методы. Иммобилизация в липосомы. Микро-капсулирование. Иммобилизация в гель. Методы иммобилизации микроорганизмов. Специфический для живых микроорганизмов метод иммобилизации. Перспективные способы иммобилизации.</p>	2	Презентация
8.	<p><u>Коферменты</u> Коферменты как компоненты реакционной смеси. Окислительно – восстановительные коферменты. НАД, НАДФ. Флавиновые коферменты. ФАД. Кобамидные и кобаламинные коферменты Коферменты, не обладающие окислительно – восстановительными свойствами. Кофермент А.</p>	2	Презентация
9.	<p><u>Регуляция активности ферментов</u> Различные способы регуляции активности ферментов как «инструмент» технолога. Аллостерическая регуляция и механизм обратной связи. Активация фермента предшественником. Ингибирование по принципу обратной связи. 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. Частные примеры регуляции.</p>	2	Презентация
10.	<p><u>Реакции препаративного органического синтеза</u> Реакции замещения. Метилирование. Галогенирование. Замещение в ароматической системе с образованием связи С-С. Реакции присоединения и элиминирования. Присоединение по С=С связи. Получение меченых изотопами реактивов. Присоединение по С=N связи.</p>	2	Презентация
11.	<p><u>Реакции окисления</u> Окисление спиртов. Окисление аминопроизводных в карбонильные соединения. Гидроксилирование.</p>	2	Презентация

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	Микробиологическое окисление терпенов с получением диолов. Окисление азотсодержащих гетероциклических соединений. Дегидрирование связи СН-СН. Микробиологическое окисление сульфидов до сульфоксидов. Неспецифическое окисление.		
12.	<u>Реакции восстановления</u> Восстановление ди- и трикарбонильных соединений. Восстановление оксокислот, оксоэфиров, оксоамидов. Другие реакции восстановления. Регенерация кофермента НАДН.	2	Презентация
13.	<u>Разделение рацематов</u> Развитие мирового рынка хиральных продуктов. Биокаталитическое разделение оптических изомеров. Этерификация и переэтерификация. Гидролиз рацемических эфиров хиральных монокарбоновых кислот. Разделение рацемических эфиров, не содержащих других функциональных групп.	2	Презентация
14	<u>Перспективные виды химических аппаратов для проведения биокаталитических реакций</u> Классическое аппаратное обеспечение процессов с участием иммобилизованных микроорганизмов и ферментов. Насадочные реакторы. Газлифтные реакторы. Роторно-дисковые реакторы. Мембранные реакторы. Реакторы кипящего слоя. Современные тенденции в развитии аппаратного обеспечения биокаталитических процессов. Микрореакторы.	2	Презентация
15	<u>Приложение биокатализа к различным отраслям химической технологии.</u> Химическая промышленность: сырьевая база и технологии получения биодизеля/концентратов полиненасыщенных жирных кислот. Химический катализ, недостатки. Биокатализ. Коммерческие препараты липазы. Основные промышленные продуценты липаз. Иммобилизация. Ацил-акцептор. Влажность. Противодействие инактивации биокатализатора. Постепенное (дробное) добавление спирта. Применение соразтворителей. Использование безопасных для липаз ацил-акцепторов. Удаление глицерина. Предварительная обработка биокатализатора. Восстановление активности липаз. Экономические аспекты использования липаз. Пищевая промышленность: переработка крахмала без разваривания. Получение этанола из	2	Презентация

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационна я форма
	<p>лигноцеллюлозы. Технологии предобработки лигноцеллюлозы. Полиферментативный гидролиз лигноцеллюлозы. Получение этанола из биомассы макроводорослей.</p> <p>Радиационные технологии: технологическая ниша биокатализа в переработке жидких радиоактивных отходов. Лигнинпероксидазы. Состав реакционной смеси. Преимущества и недостатки способа.</p>		

4.3. Занятия семинарского типа.

4.3.1. Семинары, практические занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Иновационная форма
		Всего	В том числе на практическую подготовку*	
2.	<u>Роль и место ферментативного катализа в концепции «зеленой химии».</u> Интеграция элементов технологий зеленой химии в технологическую схему. Разбор примеров.	2	2	МГ
3.	<u>Кинетика ферментативных реакций</u> Построение графиков и расчет констант.	2	2	МГ
4.	<u>Ингибирование ферментов</u> Построение графиков и определение типа ингибирования	2	2	МГ
6.	<u>Изучение субстратной специфичности ферментов с использованием хромогенных субстратов (на примере жирнокислотной специфичности липазы).</u> Синтез линейки хромогенных субстратов (сложного эфира жирной кислоты с паранитрофенолом). Построения калибровочного графика по паранитрофенолу. Определение жирнокислотной специфичности коммерческих препаратов липаз. Разработка протокола исследования жирнокислотной специфичности препаратов липаз.	34	34	МГ
14	<u>Перспективные виды химических аппаратов для проведения биокаталитических реакций</u> Объектовое занятие. Ознакомление с четырьмя типами микроаппаратов: пульсационный аппарат проточного типа, горизонтальный пульсационно-резонансный аппарат, микроканальный аппарат, вихревой струйный аппарат.	2	2	МГ
15	<u>Приложение биокатализа к различным отраслям химической технологии.</u> Биокаталитическая переэтерификация триглицеридов с использованием коммерческих препаратов липаз. Биодеградация ПАВ в составе модельных ЖРО (дезактивирующий раствор).	8	8	МГ

4.3.2. Лабораторные работы

Не предусмотрены

4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1.	Стандарты на ферментные препараты	40	Опрос
5.	Методы определения коэффициента Хилла	9	Опрос
7.	Иммобилизация ферментов на микро и наночастицах.	20	Опрос
8-9	Регенерация коферментов и реактивация ферментов в условиях промышленного производства	20	Опрос
10-13	Экстремофильные ферменты в реакциях препаративного органического синтеза.	20	Опрос

4.6 Темы индивидуального задания

Не предусмотрены

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.spbti.ru>

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена.

Экзамен предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций.

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

Пример варианта вопросов на экзамене:

Вариант № 1	
1.	Получение этанола из крахмала без разваривания.
2.	Расчет периода полуинактивации фермента.
3.	Иммобилизация включением в гель.

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 Шугалей, И.В. Химия белка : учебное пособие для вузов по направлению "Биотехнология" / И. В. Шугалей, А. В. Гарабаджиу, И. В. Целинский. - СПб. : Проспект науки, 2020. - 200 с. ISBN 978-5-906109-93-4

б) электронные издания:

2 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. СПбГТИ(ТУ) электронная библиотека URL: <https://technolog.bibliotech.ru> Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.

3 Воронова, Т. Д. Ферменты: строение, свойства и применение : учебное пособие / Т. Д. Воронова, Н. А. Погорелова. — Омск : Омский ГАУ, 2021. — 134 с. — ISBN 978-5-89764-778-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/202247> (дата обращения: 21.01.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

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

учебный план, РПД и учебно-методические материалы: <https://media.spbti.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 «Инженерная энзимология» 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.

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 Excel)

10.3. Базы данных и информационные справочные системы.

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»

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

Для ведения лекционных и практических занятий используется аудитория, оборудованная средствами оргтехники.

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 «Инженерная энзимология»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ПК-3	Способен самостоятельно проводить теоретическую и экспериментальную научно-исследовательскую работу в области биоинженерии	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)
<p>ПК-3.3</p> <p>Использование технологических приемов биокатализа для разработки процессов синтеза активных субстанций</p>	<p>Знает:</p> <p>Области применения, основные преимущества и ограничения на использование ферментативных реакций в технологических процессах (ЗН-1).</p> <p>Биокаталитические реакции в химии фармацевтических субстанций (ЗН-2).</p> <p>Виды биокатализаторов и методы иммобилизации (ЗН-3).</p> <p>Основные аспекты кинетики ферментативных реакций (ЗН-4).</p> <p>Аппаратурное обеспечение процессов биокатализа (ЗН-5).</p>	<p>Правильные ответы на вопросы №1-12, 21, 27-45 к экзамену</p>	<p>Области применения, основные преимущества и ограничения на использование ферментативных реакций в технологических процессах (ЗН-1).</p> <p>Биокаталитические реакции в химии фармацевтических субстанций (ЗН-2).</p> <p>Виды биокатализаторов и методы иммобилизации (ЗН-3).</p> <p>Основные аспекты кинетики ферментативных реакций (ЗН-4).</p> <p>Аппаратурное обеспечение процессов биокатализа (ЗН-5).</p> <p>С ошибками</p>	<p>Области применения, основные преимущества и ограничения на использование ферментативных реакций в технологических процессах (ЗН-1).</p> <p>Биокаталитические реакции в химии фармацевтических субстанций (ЗН-2).</p> <p>Виды биокатализаторов и методы иммобилизации (ЗН-3).</p> <p>Основные аспекты кинетики ферментативных реакций (ЗН-4).</p> <p>Аппаратурное обеспечение процессов биокатализа (ЗН-5).</p> <p>Без ошибок, но путается в последовательности процессов</p>	<p>Области применения, основные преимущества и ограничения на использование ферментативных реакций в технологических процессах (ЗН-1).</p> <p>Биокаталитические реакции в химии фармацевтических субстанций (ЗН-2).</p> <p>Виды биокатализаторов и методы иммобилизации (ЗН-3).</p> <p>Основные аспекты кинетики ферментативных реакций (ЗН-4).</p> <p>Аппаратурное обеспечение процессов биокатализа (ЗН-5).</p> <p>Без ошибок. Может применить эти знания</p>

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
					для решения инженерных задач
	<p>Умеет: Оценивать целесообразность использования и место энзиматических реакций в конкретном технологическом процессе (У-1). Определять перечень необходимых и достаточных для инженерных расчетов параметров процесса (У-2).</p>	Правильные ответы на вопросы № 13-15, 46-60 к экзамену	Оценивать целесообразность использования и место энзиматических реакций в конкретном технологическом процессе (У-1). Определять перечень необходимых и достаточных для инженерных расчетов параметров процесса (У-2). С ошибками.	Оценивать целесообразность использования и место энзиматических реакций в конкретном технологическом процессе (У-1). Определять перечень необходимых и достаточных для инженерных расчетов параметров процесса (У-2). С помощью наводящих вопросов	Способен самостоятельно оценивать целесообразность использования и место энзиматических реакций в конкретном технологическом процессе (У-1). Определять перечень необходимых и достаточных для инженерных расчетов параметров процесса (У-2).
	<p>Владеет: Навыками расчетов максимальной скорости ферментативных реакций и константы Михаэлиса, определения периода полуинактивации фермента на основании экспериментальных данных</p>	Правильные ответы на вопросы № 16-20, 22-26, 61-62 к экзамену	С ошибками производит расчеты максимальной скорости ферментативных реакций и константы Михаэлиса, определения периода полуинактивации	Производит расчеты максимальной скорости ферментативных реакций и константы Михаэлиса, определения периода полуинактивации фермента на основании экспериментальных	Самостоятельно и без ошибок производит расчеты максимальной скорости ферментативных реакций и константы Михаэлиса, определения периода

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	(Н-1) . Навыками подбора вида биокатализатора и типа аппарата для конкретного биокаталитического процесса (Н-2).		фермента на основании экспериментальных данных (Н-1) . Навыками подбора вида биокатализатора и типа аппарата для конкретного биокаталитического процесса (Н-2).	данных (Н-1) . Навыками подбора вида биокатализатора и типа аппарата для конкретного биокаталитического процесса (Н-2). с небольшими подсказками преподавателя	полуинактивации фермента на основании экспериментальных данных (Н-1) . Навыками подбора вида биокатализатора и типа аппарата для конкретного биокаталитического процесса (Н-2).

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

1. Получение этанола из крахмала без разваривания.
2. Получение этанола из лигноцеллюлозы с использованием ферментативного гидролиза целлюлозы.
3. Технологии предобработки лигноцеллюлозы перед ферментативным гидролизом (метод).
4. Полиферментативный гидролиз лигноцеллюлозы.
5. Получение этанола из биомассы макроводорослей
6. Сырьевая база и технологии получения биодизеля.
7. Коммерческие препараты иммобилизованных липаз.
8. Основные промышленные продуценты липаз.
9. Противодействие инактивации биокатализатора при переэтерификации триглицеридов.
10. Способы реактивации липаз.
11. Биокаталитическая деградация ПАВ без образования пены.
12. Классическое аппаратное обеспечение процессов с участием иммобилизованных микроорганизмов и ферментов.
13. Химический и биокатализ переэтерификации триглицеридов - преимущества и недостатки.
14. Переработка ЖРО пенной дезактивации по технологии глубокого упаривания - технологическая ниша биокатализа.
15. Современные тенденции в развитии аппаратного обеспечения биокаталитических процессов. Преимущества микрореакторов.
16. Методика определения начальной активности ферментного препарата.
17. Методика определения срока годности препарата, хранящегося на складе.
18. Подбор носителей для иммобилизации в зависимости от состава реакционной смеси.
19. Технические требования к биокатализатору в ТУ.
20. Методика определения активности биокатализатора (в общем виде) с использованием фотоэлектрокалориметра и хромогенного субстрата.
21. Биокатализ. Термины и определения.
22. Расчет периода полуинактивации фермента.
23. Расчет сроков годности ферментных препаратов при различных условиях.
24. Определение константы Михаэлиса.
25. Определение типа ингибирования.
26. Определение максимальной скорости ферментативной реакции.
27. Сходство и отличия ферментов и химических катализаторов.
28. Строение ферментов.
29. Классификация ферментов.
30. Типы ферментативных реакций.
31. Единицы активности ферментов
32. Уравнение Михаэлиса-Ментен.
33. Уравнение Бриггса Холдейна.
34. Уравнение Лайнуивера Бэрка.
35. Уравнение Хилла.
36. Окислительно – восстановительные коферменты.
37. Коферменты, не обладающие окислительно – восстановительными свойствами.
38. Аллостерическая регуляция активности ферментов.
39. Индукция ферментов у микроорганизмов.

40. Катаболитная репрессия.
41. Предпосылки использования иммобилизованных ферментов и микроорганизмов.
42. Иммобилизация с помощью ковалентной связи.
43. Иммобилизация в липосомы.
44. Микрокапсулирование.
45. Иммобилизация включением в гель.
46. Биокатализ реакций замещения. Метилирование.
47. Биокатализ реакций замещения. Галогенирование.
48. Биокатализ реакций присоединения по C=C связи.
49. Биокатализ реакций присоединения по C=N связи.
50. Биокатализ реакций окисления спиртов.
51. Биокатализ реакций окисления аминопроизводных в карбонильные соединения.
52. Биокаталитическое гидроксילирование.
53. Микробиологическое окисление терпенов с получением диолов.
54. Биокатализ реакций окисления азотсодержащих гетероциклических соединений.
55. Биокаталитическое дегидрирование связи СН-СН.
56. Микробиологическое окисление сульфидов до сульфоксидов.
57. Биокаталитическое восстановление ди- и трикарбонильных соединений.
58. Биокаталитическое восстановление оксокислот, оксоэфиров, оксоамидов.
59. Регенерация кофермента НАДН при проведении биокаталитического процесса.
60. Развитие мирового рынка хиральных продуктов.
61. Биокаталитическое разделение оптических изомеров с использованием этерификация и переэтерификация.
62. Биокаталитическое разделение рацемических эфиров, не содержащих других функциональных групп.

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

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.

Шкала оценивания на экзамене балльная («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»). При этом «удовлетворительно» соотносится с пороговым уровнем сформированности компетенции.