Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 26.09.2023 17:17:30
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета химической технологии и биотехнологии
_____ Ю.В. Данильчук
«__» 07 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Прикладная энзимология»

Направление подготовки
19.03.01 «Биотехнология»

Профиль
«Промышленная биотехнология и биоинженерия»

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Москва 2022 г.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (уровень бакалавриата) по направлению 19.03.01 Биотехнология, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10.08.2021 № 736 и основной образовательной программы высшего профессионального образования ООП ВО, разработанной в Московском политехническом университете.

Программу составил:
доцент, к.б.н. /Е.С.Горшина/

доцент, к.б.н /И.И.Гайдашева/

Программа «Прикладная энзимология» утверждена на заседании кафедры “ХимБиотех”
«04» июля 2022 г., протокол № 12

Зав. кафедрой «ХимБиотех» проф., д.б.н. /Т.И. Громовых/
« 04 » июля 2022 г.

Программа согласована с руководителем образовательной программы по направлению подготовки 19.03.01 «Биотехнология»

Доцент, к.б.н. /Е.С. Горшина/
« 04 » июля 2022 г.

1. **Цели освоения дисциплины**.

Ферменты нашли широкое применение в промышленности, например, в кожевенном и меховом производстве, в хлебопечении, пивоварении, виноделии, сыроварении и т. д. В последние годы ферменты начали вытеснять традиционные химические катализаторы из тонкой химической индустрии, где они успешно используются в реакциях окисления, восстановления, дезаминирования, декарбоксилирования, дегидратации, конденсации и т. д. Ферменты находят все более широкое применение в медицине и микроанализе. Перспективным является использование ферментов для переработки промышленных отходов, а также для создания биоэлектрохимических преобразователей энергии. В настоящее время сложно назвать сферу деятельности человека, в которой бы прямо или косвенно не использовались ферменты.

Прикладная энзимология - это новое перспективное научно-техническое направление биотехнологии, в котором удачно сочетаются самые современные достижения биохимии, молекулярной биологии, энзимологии и химической технологии.

Целями освоения дисциплины «Прикладная энзимология» являются:

освоение студентами основных принципов и теоретических положений инженерной энзимологии;

формирование у студентов понимания особенностей биотехнологических процессов с участием ферментов;

усвоение основ конструирования и последующего использования в биотехнологии биокатализаторов с заданными свойствами.

Задачами курса являются:

познакомить студентов с предметом,

определить место прикладной энзимологии в ряду приоритетных направлений биотехнологии;

углубить понимание физико-химических и биохимических закономерностей биокатализа, особенностей его использования в биотехнологии;

развить видение перспектив практического использования достижений инженерной энзимологии;

подготовить студента к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой по направлению.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Прикладная энзимология» относится к вариативной части основной образовательной программы бакалавриата.

Курс «Прикладная энзимология» логически и методически связан с другими дисциплинами - «Биохимия», «Химия биологически активных веществ», «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа», «Основы биотехнологии», «Промышленная биотехнология», «Физическая химия».

Сведения, излагаемые в курсе «Прикладная энзимология» являются завершающими и необходимы в практической деятельности выпускника после окончания ВУЗа.

Для усвоения курса студенты должны быть знакомы с физико-химическими основами органической, неорганической и физической химии, а также курсами: «Биохимия», «Химия биологически активных веществ», «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа», «Основы биотехнологии», «Промышленная биотехнология», «Физическая химия».

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	**В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать**	**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**
ОПК-7	ОПК-7. Способен проводить	ИОПК-7.1. Знает базовые математические, физические, физико-

	экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, применяя математические, физические, физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы	химические, химические, биологические, микробиологические методы, применяемые в биотехнологии ИОПК-7.2. Владеет основными методами экспериментальных исследований и испытаний в биотехнологии ИОПК-7.3. Готов по заданной методике проводить экспериментальные исследования и испытания, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет **4** зачетные единицы, т.е. **144** академических часа (из них 72 часа – самостоятельная работа студентов).

Код компетенции	**В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать**	**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**
ОПК-7	ОПК-7. Способен проводить экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, применяя математические, физические, физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы	ИОПК-7.1. Знает базовые математические, физические, физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы, применяемые в биотехнологии ИОПК-7.2. Владеет основными методами экспериментальных исследований и испытаний в биотехнологии ИОПК-7.3. Готов по заданной методике проводить экспериментальные исследования и испытания, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные
Код компетенции	**В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать**	**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**
ОПК-7	ОПК-7. Способен проводить экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, применяя	ИОПК-7.1. Знает базовые математические, физические, физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы, применяемые в биотехнологии ИОПК-7.2. Владеет основными методами экспериментальных исследований и испытаний в биотехнологии ИОПК-7.3. Готов по заданной методике

	исследования и испытания по заданной методике, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, применяя математические, физические, физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы	микробиологические методы, применяемые в биотехнологии ИОПК-7.2. Владеет основными методами экспериментальных исследований и испытаний в биотехнологии ИОПК-7.3. Готов по заданной методике проводить экспериментальные исследования и испытания, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные	7 семестр: лекции – 36 часов; лабораторные работы – 18 часов, семинары –18 часов. Форма аттестации – экзамен.

Структура и содержание дисциплины «Прикладная энзимология» по срокам и видам работы изложены в Приложении № 1.

Содержание разделов дисциплины

Введение.

Фундаментальные и прикладные аспекты инженерной энзимологии. Связь с другими дисциплинами. Основные направления развития.

1. Структурно-функциональные особенности биокатализа.

Структура, свойства и механизм действия биокатализаторов. Сходство и отличие биологических катализаторов от химических. Преимущества и недостатки биокатализа при его использовании в технологических процессах. Особенности биокаталитических процессов. Принципы структурной организации ферментов. Активные и регуляторные центры. Роль коферментов и простетических групп в биокатализе. Коферментные формы витаминов. Участие металлов в ферментативных процессах.

Кинетика ферментативных реакций. Каталитические параметры. Зависимость скорости ферментативных реакций от концентрации субстрата, от pH и температуры. Активация и ингибирование ферментов. Механизмы инактивации ферментов. Моделирование и кинетика процессов инактивации ферментов. Факторы, инициирующие денатурацию ферментов. Физические. Механические. Химические. Биологические. Регенерация ферментативных систем, применяемых в биотехнологии. Реактивация инактивированных ферментов. Утилизация и регенерация кофакторов (коферментов). Ферментативные, химические и электрохимические методы регенерации. Стабилизация ферментов в биотехнологических системах. Традиционные методы стабилизации. Стабилизирующие добавки. Единицы ферментативной

активности. Принципы регуляции ферментативных реакций. Изоферменты и множественные формы ферментов. Химическая модификация ферментов.

2. Классификация и номенклатура ферментов.

Международная классификация ферментов. Экстремозимы и источники их получения. Термозимы. Структурные и термодинамические основы функционирования термозимов при высоких температурах. Использование экстремозимов в биотехнологии. Амилазы и пуллуланазы. Протеиназы. ДНК-полимеразы.

3. Технология ферментных препаратов

Основные технологические этапы производства микробных ферментных препаратов. Получение сухих ферментных препаратов. Стандартизация ферментных препаратов. Технологическая схема получения очищенных ферментных препаратов. Микробиологический и биохимический контроль производства. Получение ферментных препаратов из растительного и животного сырья. Технологические особенности получения ферментных препаратов с определенным составом ферментов

4. Иммобилизованные ферменты

Основные характеристики различных носителей. Способы физической и химической иммобилизации препаратов: адсорбция, включение в различные гели и избирательно проницаемые (полимерные) мембраны, ковалентное связывание и др. Сшивающие агенты. Химические и физические методы иммобилизации ферментов. Свойства иммобилизованных ферментов. Активность и стабильность иммобилизованных ферментов. Преимущества и недостатки иммобилизованных ферментов. Влияние иммобилизации на состояние фермента. Стабильность иммобилизованных ферментов.

5. Иммобилизованные клетки микроорганизмов

Основные принципы действия иммобилизованных клеточных биокатализаторов. Подходы к выбору способа, иммобилизации клеток микроорганизмов. Методы оценки их физиологического состояния и метаболической активности. Физиология клеток в иммобилизованном состоянии. Примеры промышленного использования иммобилизованных клеток: получение органических кислот, аминокислот, антибиотиков и др. Применение иммобилизованных клеток для утилизации отходов

6. Ферментативный микроанализ

Кинетическая основа ферментативного микроанализа. Методы детекции в ферментативном микроанализе. Использование в микроанализе сопряженных ферментативных систем. Иммобилизованные ферменты в

микроанализе. Биосенсоры. Аналитические проточные реакторы. Ферментные микрокалориметрические датчики. Ферментные электроды. Иммуноферментный анализ. Полимеразная цепная реакция. Биолюминесцентный микроанализ. Соиммобилизованные полиферментные системы в биолюминесцентном анализе.

7. Медицинская энзимология

Диагностика патологических состояний. Энзимопатология. Энзимодиагностика. Энзимотерапия. Ферменты наружного применения. Терапия воспалительных процессов трипсином и химотрипсином. Тромболитическая терапия фибринолизином и стрептокиназой. Ферментная терапия вирусных заболеваний РНКазой, ДНКазой. Заместительная терапия пищеварительными ферментами. Терапия гиалуронидазой и коллагеназой. Ферменты противоопухолевой терапии. Лечение онкологических заболеваний аспарагиназой. Иммобилизованные ферменты как лекарственные препараты. Антигенные и иммуногенные свойства иммобилизованных ферментов. Ферментные препараты типа «контейнер». Использование липосом в качестве «контейнера». Применение иммобилизованных ферментов в стоматологии, офтальмологии, хирургии. Использование ферментов в качестве аналитических реактивов и в аппаратах «искусственная печень», «искусственная почка». Перспективные направления развития ферментной терапии.

8. Промышленный биокатализ

Ферменты в химической промышленности. Получение L-аминокислот с помощью аминоацилазы. Биохимическая основа процесса. Коммерческие препараты иммобилизованной аминоацилазы. Технологическая схема производства.

Ферменты в фармацевтической промышленности. Получение 6-аминопенициллановой кислоты с помощью пенициллинамидазы. Биохимическая основа процесса. Коммерческие препараты иммобилизованной аминоацилазы. Технологическая схема производства.

Ферменты в пищевой промышленности. Получение глюкозо-фруктозных сиропов с помощью глюкозоизомеразы. Биохимическая основа процесса. Коммерческие препараты иммобилизованной глюкозоизомеразы. Технологическая схема производства. Использование в пищевой промышленности протеиназ, амилаз, липаз, пектиназ, (З-галактозидаз.

Ферменты как компоненты моющих средств. Амилазы. Липазы. Целлюлазы. Оксидазы. Протеазы.

Перспективы развития индустриального биокатализа.

9. Использование ферментов в тонком органическом синтезе

Ферментативное превращение рацематов в энантиомеры. Биокаталитическое получение простаноидов. Ферментативная модификация нуклеиновых кислот, синтез олиго- и полинуклеотидов. Ферментативный синтез Сахаров. Методы повышения выхода целевого продукта. Изменение ионного состояния реагентов. Перенос продукта в другую фазу. Использование последовательных реакций. Проведение реакций в однофазных и двухфазных водно-органических системах. Синтез эфиров аминокислот, природных аминокислот аспартама, непротеиногенных аминокислот, получение акриламида, синтез яблочной кислоты, лактамных антибиотиков, простогландинов.

10. Утилизация промышленных отходов с помощью ферментов

Биоконверсия растительного сырья. Ферментативное получение глюкозы из целлюлозосодержащего сырья. Биокаталитические методы защиты окружающей среды. Понятие экобиокатализа. Деструкция ксенобиотиков с участием микроорганизмов и ферментов. Особенности кинетики биокаталитических процессов деструкции ксенобиотиков. Механизмы кинетики деструкции ксенобиотиков. Адаптация микроорганизма к ксенобиотику. Ассоциация микроорганизмов. Реализация «невозможных» химических реакций.

11. Биоэлектрокатализ

Использование ферментов для создания биоэлектрохимических преобразователей энергии. Практическое использование биоэлектрокатализа, перспективы его развития. Основной принцип конструирования ферментных электродов и их рабочие параметры. Ферментные электроды и их использование в научно-исследовательских и технологических процессах.

12. Ферменты в нетрадиционных средах.

Мицеллярная энзимология. Возможности проведения ферментативных реакции в органических растворителях. Защита фермента от растворителей с использованием полимерных покрытий. Включение ферментов в обращенные мицеллы. Ферментативные реакции в системах с органическими растворителями. Их прикладное значение.

13. Конструирование биокатализаторов

Экспериментальный анализ пространственной структуры ферментов. Кристаллография. Двумерная ЯМР-спектроскопия. Предсказание структуры ферментов с помощью компьютерных методов молекулярного моделирования. Квантовомеханические методы. Метод молекулярной динамики. Компьютерная визуализация пространственной структуры ферментов.

Компьютерный дизайн ферментов. Использование ресурсов *Internet* в инженерной энзимологии. Компьютерные базы данных. Базы данных аминокислотной последовательности белков. Базы данных трехмерной структуры белков. Интегральные базы данных. Метаболические базы данных. Белковая инженерия ферментов. Рациональный дизайн индустриальных ферментов. Сайт-специфический мутагенез субтилизина. Направленная эволюция индустриальных ферментов (эволюция *in vitro).* Создание библиотеки ферментов. Случайный мутагенез. Случайная рекомбинация фрагментов гена *in vitro*. Отбор ферментов с улучшенными свойствами. Критерии отбора индустриальных ферментов. Изменение с помощью направленной эволюции стабильности (термостабильности и устойчивости к органическим растворителям), активности, субстратной специфичности, энантиоселективности и связывающих свойств ферментов. Получение химерных и бифункциональных ферментов. Получение полусинтетических ферментов и их использование в качестве индустриальных биокатализаторов. Каталитические антитела (абзимы). Черты сходства и отличия абзимов и ферментов. Способы получения абзимов. Абзимы, каталитическая активность которых основана на стабилизации переходного состояния реакции. Абзимы, каталитическая активность которых связана с использованием нуклеофильного катализа. Практическое значение абзимов. Рибозимы. Направления и перспективы развития молекулярного дизайна биокатализаторов.

5. Образовательные технологии

Методика преподавания дисциплины «Прикладная энзимология» и реализация компетентного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование модульного и интерактивного обучения:

защита и индивидуальное обсуждение выполняемых этапов лабораторных работ;

проведение контрольных работ и обсуждение ошибок;

Предусмотрена возможность использования электронного обучения, дистанционных образовательных технологий. Все материалы размещаются в СДО Московского Политеха (https://online.mospolytech.ru).

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Текущий контроль успеваемости и промежуточной аттестации в преподавании дисциплины «Прикладная энзимология» проводятся по следующим критериям;

защита и индивидуальное обсуждение выполняемых этапов лабораторных работ;

проведение и групповое обсуждение ошибок, допущенных в контрольных работах, устный экзамен.

Примеры оценочных средств по дисциплине приведены в приложении.

6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).

6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	**В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать**
ОПК-7	ИОПК-7.1. Знает базовые математические, физические, физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы, применяемые в биотехнологии ИОПК-7.2. Владеет основными методами экспериментальных исследований и испытаний в биотехнологии ИОПК-7.3. Готов по заданной методике проводить экспериментальные исследования и испытания, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей) в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

ОПК-7 Способен проводить экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, применяя математические, физические, физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы				
Показатель	**Критерии оценивания**			
	2	**3**	**4**	**5**
ИОПК-7.1 - основы ферментативного катализа, понятия о ферментах, структурных белках; - физико химические и биохимические закономерности биокатализа; - кинетика роста микроорганизмов и образования ферментов; - влияние состава питательных сред и условий культивирования на образование ферментов; - направленный синтез ферментов; - типовые приемы и особенности получения внеклеточных и внутриклеточных ферментов в лаборатории и	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие знаний	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний

производстве; - иммобилизованные системы в биотехнологии; - типовые схемы выделения, очистки и тестирования биологически активных веществ; - использование ферментов в пищевой, медицинской, сельскохозяйственной, промышленной, экологической биотехнологии. - способы стабилизации регенерации ферментативных систем, применяемх в биотехнологии; - структурные и термодинамические основы функционирования ферментов в экстремальных условиях; - современные технологические схемы индустриального биокатализа; - принципы создания биокатализаторов с заданными свойствами;				

- новейшие достижения и перспективы развития инженерной энзимологии;				
ИОПК-7.2 - разрабатывать биотехнологические процессы с участием очищенных ферментов или ферментов, находящихся внутри клеток; - оценивать эффективность биокатализа; - пользоваться специализированными компьютерными базами данных и ресурсами Интернета; - использовать теоретические и методические основы биохимии, физико-химические основы функционирования живых организмов - выделять ферменты из биомассы и культуральной жидкости; - исследовать активность ферментов	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени обладает нужными умениями	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие умений	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие умений. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

ИОПК-7.3 - базовыми лабораторными методами энзимологии; - методами выделения, очистки и исследования свойств ферментов; - методами интерпретации экспериментальных результатов; - правилами безопасной работы в биохимической лаборатории	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет требуемыми навыками.	Обучающийся владеет навыками. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийся частично владеет навыками. Навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет базовыми лабораторными методами энзимологии; - методами выделения, очистки и исследования свойств ферментов; - методами интерпретации экспериментальных результатов; - правилами безопасной работы в биохимической лаборатории

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Прикладная энзимология» (прошли промежуточный контроль (контрольные работы), выполнили и защитили лабораторные работы).

Шкала оценивания	**Описание**
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует частичное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, но допускаются незначительные ошибки, неточности при аналитических операциях, затрудняется при переносе умений на новые, нестандартные ситуации.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, допускаются значительные ошибки, неточности при аналитических операциях, испытывает значительные

	затрудняется при применении навыков в новых ситуациях
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Фонды оценочных средств представлены в приложении 1 к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

а) основная литература

1. Плакунов, В.К. Основы энзимологии / В.К. Плакунов. – Москва : Логос, 2002. – 127 с. : ил.,табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=84687

б) дополнительная

1. Плакунов, В.К. Основы динамической биохимии / В.К. Плакунов, Ю.А. Николаев. – Москва : Логос, 2010. – 216 с. – (Новая университетская библиотека). – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=84985 (дата обращения: 17.10.2020). – ISBN 978-5-98704-493-3. – Текст : электронный.

2. Цымбаленко, Н.В. Биотехнология / Н.В. Цымбаленко ; Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена. – Санкт-Петербург : РГПУ им. А. И. Герцена, 2011. – Ч. 1. – 128 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428265 (дата обращения: 17.10.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-8064-1697-2. – Текст : электронный.

3.Бирюков В.В. Основы промышленной биотехнологии. – М.: КолосС, 2004. - 296 с. Адрес хранения ул. П. Корчагина, 22.

7. Горленко, В.А. Научные основы биотехнологии / В.А. Горленко, Н.М. Кутузова, С.К. Пятунина ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский педагогический государственный университет». – Москва : Прометей, 2013. –

Ч. I. Нанотехнологии в биологии. – 262 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=240486

8. Тихонов, Г.П. Основы биотехнологии / Г.П. Тихонов, И.А. Минаева ; Министерство транспорта Российской Федерации, Московская государственная академия водного транспорта. – Москва : Альтаир : МГАВТ, 2009. – 133 с. : табл., схем., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=430056

9. Слюняев, В.П., Плошко, Е.А. Основы биотехнологии. Научные основы биотехнологии: учебное пособие [Электронный ресурс]/В.П.Слюняев.- Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет, 2012.- 112с.- URL:https://e.lanbook.com/book/4531

10. Лабораторный практикум по технологии биологически активных веществ и углеродных адсорбентов : В 2 ч. / Н.А. Кутакова, Н.И. Богданович, С.Б. Селянина и др. ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова. – Архангельск : САФУ, 2015. – Ч. 2.. Анализ БАВ. – 116 с. : табл., схем., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436321

11. Основы статической и динамической биохимии / сост. О.Н. Кудря, Л.Н. Тюрина, Т.А. Линдт ; Сибирский государственный университет физической культуры и спорта и др. – Омск : Издательство СибГУФК, 2010. – 173 с. : табл., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=274881 (дата обращения: 17.10.2020). – Текст : электронный.

12. Алешина, Е. Основные механизмы регуляции метаболизма микроорганизмов / Е. Алешина, А. Сизенцов ; учред. Министерство образования и науки Российской Федерации ; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». – Оренбург : ООО ИПК «Университет», 2014. – 144 с. : схем. ,ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=330477 (дата обращения: 17.10.2020). – Библиогр. в кн. – Текст : электронный.

13. Ферментативная регуляция метаболизма / Т.Н. Попова, В.Г. Артюхов, А.В. Семенихина и др. ; Министерство образования и науки РФ, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Воронежский государственный университет». – Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2014. – 144 с. : схем., табл. –

(Учебник Воронежского государственного университета). – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=441603 (дата обращения: 17.10.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9273-2111-7. – Текст : электронный.

в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:

Программное обеспечение не предусмотрено.

Перечень интернет-ресурсов, необходимых для освоения дисциплины

1. www.chem.qmul.ac.uk/iubmb - Биохимическая классификация и номенклатура ферментов. Свободный доступ на сайте Международного союза биохимии и молекулярной биологии
2. www.swissprot.com - свободный доступ к международной базе данных по первичным и 3D структурам ферментов.
3. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Pubmed - База научных данных в области биомедицинских наук.
4. http://isir.ras.ru/ - Интегрированная Система Информационных Ресурсов РоссийскойАкадемии Наук.
5. http://www.viniti.msk.su/ - Всероссийский Институт Научной и Технической Информации (ВИНИТИ РАН).

7.Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Аудитория для лекционных занятий № 5505 (115280, г. Москва, ул. Автозаводская, д. 16 стр. 1), оборудованная: столы учебные со скамьями, аудиторная доска, мультимедийный комплекс (переносной проектор, ноутбук). Рабочее место преподавателя: стол, стул.

Лаборатория кафедры «Химбиотех» Ав5404б (115280, г. Москва, ул. Автозаводская, д. 16 стр. 1), оборудованная: лабораторные столы, весы лабораторные DX-2000, весы прецизионные AND, химическая мойка, ламинарный бокс Бавп-01-«Ламинар-С»-1,2, шкаф сушильно-стерилизационный Memmert, плитка электрическая лабораторная Rommelsbacher RK 501, термостат 180твл, фотоэлектроколориметр КФК-2, холодильник для хранения культур, микроскоп Микмед 6, микроскоп, оснащенный камерой соединенной с компьютером, микроскопы учебные 15 штук, стереомикроскоп 2 шт., центрифуга, сушильный шкаф, автоклав ВК-75, автоматические пипетки, электрические насосы дл пипеток, магнитные мешалки, лабораторная посуда для проведения лабораторных занятий, стеллажи с научной литературой.

Лаборатория кафедры «Химбиотех» Ав5405а,б (115280, г. Москва, ул. Автозаводская, д. 16 стр. 1), оборудованная: лабораторные столы, вытяжной шкаф, весы прецизионные KERN, весы аналитические Vibra, аналитические весы Sartorius ENTRIS 224-1S, 220г/0,1Sartorius Group GmbH, спектрофотометр Shimadzu UV mini 1240, автоматизированная установка для разложения по Кьельдалю LOIP LK-100, лабораторная установка: хроматографические процессы разделения: тонкослойная хроматография (ТСХ) Phywe Systeme GmbH, магнитные мешалки, спектрофотометр ПВЭ-5300, pH-метр Эконикс, дистиллятор GFL 2001/4, химическая мойка, тумба для хранения ЛВЖ, камеры хроматографические для тонкослойной хроматографии, химические реактивы, вытяжные шкафы, холодильник, лабораторная посуда для проведения лабораторно-практических занятий

Студенты на занятиях обеспечены индивидуальными автоматическими пипетками, хроматографическими пластинками, лабораторной посудой, реактивами.

8.Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

Дисциплина «Прикладная энзимология» предусматривает лекции и практические/лабораторные занятия каждую неделю. Изучение дисциплины завершается экзаменом. Успешное изучение дисциплины требует посещения лекций, активной работы на практических и лабораторных занятиях, выполнения учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой.

При подготовке к лекционным занятиям студентам необходимо:

перед очередной лекцией просмотреть по конспекту материал предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале опять не удалось, то обратитесь к лектору (по графику его консультаций) или к преподавателю на практических занятиях.

Практические/лабораторные занятия завершают изучение наиболее важных тем учебной дисциплины. Они служат для закрепления изученного материала, развития умений и навыков подготовки докладов, сообщений, приобретения опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, аргументации и защиты выдвигаемых положений, навыков практической работы в микробиологической лаборатории, а также для контроля преподавателем степени подготовленности студентов по изучаемой дисциплине.

При подготовке к практическому/лабораторному занятию студенты имеют возможность воспользоваться консультациями преподавателя.

При подготовке к практическим/лабораторным занятиям студентам необходимо:

приносить с собой рекомендованную преподавателем литературу к конкретному занятию;

до очередного практического/лабораторного занятия по рекомендованным литературным источникам проработать теоретический материал, соответствующей темы занятия; повторить проведенные инструктажи по технике безопасности;

в начале занятий задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в его понимании и освоении при решении задач, заданных для самостоятельного решения;

в ходе семинара давать конкретные, четкие ответы по существу вопросов;

на занятии доводить каждую задачу до окончательного решения, демонстрировать понимание проведенных расчетов (анализов, ситуаций), в случае затруднений обращаться к преподавателю.

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Прикладная энзимология» (прошли промежуточный контроль (контрольные работы), выполнили и защитили лабораторные работы).

Студентам, пропустившим занятия (независимо от причин), не имеющие письменного решения задач или не подготовившиеся к данному практическому занятию, рекомендуется не позже чем в 2-недельный срок явиться на консультацию к преподавателю и отчитаться по теме, изучавшейся на занятии. Студенты, не отчитавшиеся по каждой не проработанной ими на занятиях теме к началу зачетной сессии, упускают возможность получить положенные баллы за работу в соответствующем семестре.

Студенты, пропустившие занятия и/или не сдавшие все лабораторные работы не допускаются к экзамену. Студент, пропустивший лабораторную работу по уважительной причине, имеет право ее отработать в конце семестра (не более 3 лабораторных работ).

9. Методические рекомендации для преподавателя

В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает рекомендации на практическое или лабораторное занятие и указания на самостоятельную работу.

Студентам, пропустившим занятия (независимо от причин), не имеющие письменного решения задач или не подготовившиеся к данному практическому занятию, рекомендуется не позже чем в 2-недельный срок явиться на консультацию к преподавателю и отчитаться по теме, изучавшейся на занятии. Студенты, не отчитавшиеся по каждой не проработанной ими на занятиях теме к началу зачетной сессии, упускают возможность получить положенные баллы за работу в соответствующем семестре.

Студенты, пропустившие занятия и/или не сдавшие все лабораторные работы не допускаются к экзамену. Студент, пропустивший лабораторную работу по уважительной причине, имеет право ее отработать в конце семестра (не более 3 лабораторных работ).

Приложение 1 к
рабочей программе

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Направление подготовки: 19.03.01 Биотехнология
ОП (профиль): «Промышленная биотехнология и биоинженерия»
Форма обучения: очная
Вид профессиональной деятельности: научно-исследовательский;
производственно-технологический.

Кафедра: ___ХимБиотех_____

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«Прикладная энзимология»

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Описание оценочных средств:

_____
_____
_____

Составитель:
доцент, к.б.н. Е.С. горшина

Москва, 2022

Таблица 1

ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Прикладная энзимология					
ФГОС ВО **19.03.01 «Биотехнология»**					
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие **общекультурные компетенции**:					
КОМПЕТЕНЦИИ		**Перечень компонентов**	**Технология формирования компетенций**	**Форма оценочного средства****	**Степени уровней освоения компетенций**
ИНДЕКС	**ФОРМУЛИРОВКА**				
ОПК-7	Способен проводить экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, применяя математические, физические, физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы	ИОПК-7.1. - основы ферментативного катализа, понятия о ферментах, структурных белках; - физико-химические и биохимические закономерности биокатализа; - кинетика роста микроорганизмов и образования ферментов; - влияние состава питательных сред и условий культивирования на образование ферментов; - направленный синтез ферментов; - типовые приемы и особенности получения внеклеточных и внутриклеточных ферментов в лаборатории и производстве; - иммобилизованные системы в биотехнологии; - типовые схемы выделения,	лекция, самостоятельная работа, лабораторные работы	УО, К, К/Р	**Базовый уровень** - способен и готов использовать основные законы энзимологии в профессиональной деятельности **Повышенный уровень** - способен и готов использовать основные законы энзимологии в профессиональной деятельности, а также применять из самостоятельно в нестандартных ситуациях

		очистки и тестирования биологически активных веществ; - использование ферментов в пищевой, медицинской, сельскохозяйственной, промышленной, экологической биотехнологии. - способы стабилизации и регенерации ферментативных систем, применяемых в биотехнологии; - структурные и термодинамические основы функционирования ферментов в экстремальных условиях; - современные технологические схемы индустриального биокатализа; - принципы создания биокатализаторов с заданными свойствами; - новейшие достижения и перспективы развития инженерной энзимологии; ИОПК-7.2. - разрабатывать биотехнологические процессы с участием очищенных ферментов или - ферментов, находящихся внутри клеток; - оценивать эффективность			

		биокатализа; - пользоваться специализированными компьютерными базами данных и ресурсами Интернета; - использовать теоретические и методические основы биохимии, физико-химические основы функционирования живых организмов - выделять ферменты из биомассы и культуральной жидкости; - исследовать активность ферментов ИОПК-7.3.- базовыми лабораторными методами энзимологии; - методами выделения, очистки и исследования свойств ферментов; - методами интерпретации экспериментальных результатов; - правилами безопасной работы в биохимической лаборатории			

**- Сокращения форм оценочных средств см. в приложении 2 к РП.

Приложение 2
к рабочей программе

Перечень оценочных средств по дисциплине «Прикладная энзимология»

ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
	Контрольная работа (К/Р)	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
	Защита лабораторных работ	Средство проверки владения методов работы в профессиональной области	Список лабораторных работ
.	Устный экзамен	Средство проверки полученных знаний по дисциплине, понимания материала, умений формулировать мысли	Вопросы к экзамену

Приложение

Структура и содержание дисциплины «Прикладная энзимология»
по направлению подготовки
19.03.01 Биотехнология

Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации	
			Л	П/С	Лаб.	СРС	КСР	Р	П	РГР	Реф.	К/Р	Э	З
Введение. Строение ферментов. Активные центры.	7	1	2	2		2								
Регуляция ферментативных реакций	7	2	2		4	4	+							
Классификация и номенклатура ферментов	7	3	2	2		2						+		
Технология ферментных препаратов	7	4,5	4	2	6	8								
Иммобилизованные ферменты	7	6,7	4	2		8								
Иммобилизованные клетки микроорганизмов	7	8,9	4			8						+		
Ферментативный микроанализ	7	10	2	2		2	+							
Медицинская энзимология	7	11	2			4	+							
Промышленный биокатализ	7	12,13	4		4	10								

Утилизация промышленных отходов с помощью ферментов	7	14	2	2		6								
Использование ферментов в тонком химическом синтезе	7	15	2	2	4	6						+		
Биоэлектрокатализ	7	16	2	2		6								
Ферменты в нетрадиционных средах	7	17	2			2								
Конструирование биокатализаторов	7	18	2	2		4								
Итого	7	18	36	18	18	72							+	

Примерные варианты контрольных работ:

Контрольная работа № 1

1. Что такое кДа?
2. Особенности ферментов как биокатализаторов.
3. Локализация в клетке синтеза ферментов (белковых, РНК).
4. Ферменты простые и сложные. Коферменты.
5. Энергетический центр фермента. Носитель энергии.
6. Оксидоредуктазы. Осуществляемые реакции, примеры.
7. Гидролазы. Осуществляемые реакции, примеры.
8. Условия работы ферментов.
9. Зависимость начальной скорости от концентрации субстрата.
10. Специфические и неспецифические ингибиторы
11. Применение ферментов в качестве лекарственных препаратов
12. Заместительная терапия ферментами, использование ферментов в комплексной терапии
13. Основные способы регуляции активности ферментов. Регуляция частичным (ограниченным) протеолизом

Контрольная работа № 2

1. Источники ферментов в промышленности
2. Процесс Фолдина при образовании фермента
3. Единица ферментативной активности в системе СИ, международные единицы.
4. Денатурация белка. В чем заключается, какие факторы влияют.
5. Субстрат фермента. Продукты ферментативной реакции
6. Каталитический центр фермента
7. Принципы классификации ферментов.
8. Трансферазы. Осуществляемые реакции, примеры.
9. Лиазы. Осуществляемые реакции, примеры.
10. Влияние pH среды на фермент
11. Конститутивные и индуцибельные ферменты
12. Зависимость скорости ферментативной реакции от температуры
13. Маскировочное ингибирование фермента. Применение в медицине
14. Изоферменты
15. Основные способы регуляции активности ферментов. Аллостерическая регуляция

Контрольная работа № 3

1. Биохимический механизм синтеза ферментов в клетке
2. Как измеряют размеры фермента?
3. Ренатурация. Примеры обратимой денатурации
4. Химическая природа ферментов. Рибозимы
5. Специфичность ферментов

6. Модель образования фермент-субстратного комплекса.
7. Центр регуляции активности фермента
8. Классы ферментов
9. Изомеразы. Осуществляемые реакции, примеры.
10. Влияние температуры на фермент и ферментативную активность.
11. Удельная активность фермента
12. Зависимость активности фермента от pH

Контрольная работа № 4

1. Синтез и регуляция синтеза ферментов в клетке
2. Структура молекул ферментов. Активный центр
3. Как определяют активность фермента?
4. Методы выделения ферментов
5. Регуляция активности фермента (ингибиторы, активаторы)
6. Модель индуцированного соответствия Кошланда
7. Стадии ферментативной реакции
8. Экстрацеллюлярные и интрацеллюлярные ферменты
9. Лигазы. Осуществляемые реакции, примеры.
10. Конкурентное и неконкурентное ингибирование
11. Стандартные условия измерения ферментативной активности
12. Константа Михаэлиса
13. Энзимодиагностика
14. Основные способы регуляции активности ферментов. Регуляция путем фосфорилирования-дефосфорилирования молекулы фермента
15. Способы регуляции скорости ферментативных реакций

Задания на самостоятельную работу

При изучении курса учащийся должен самостоятельно проработать следующие разделы:

1. Коферментные формы витаминов. Участие металлов в ферментативных процессах.
2. Утилизация и регенерация кофакторов (коферментов).
3. Иммобилизованные клетки растений и животных
4. Компьютерные базы данных. Базы данных аминокислотной последовательности белков. Базы данных трехмерной структуры белков. Интегральные базы данных. Метаболические базы данных.
5. Методы определения изоэлектрической точки ферментов. Разработать метод разделения ферментов и определения изоэлектрической точки базидиальных протеаз
6. Методы иммобилизации ферментов. Подобрать метод иммобилизации лакказы.
7. Ферменты, осуществляющие денитрификацию. Субстраты и продукты. Подобрать микроорганизмы-продуценты для промышленного применения.
8. Ферменты, осуществляющие деструкцию ароматических нитросоединений. Субстраты и продукты. Подобрать микроорганизмы-продуценты для промышленной

технологии.

9. Ферменты, осуществляющие деструкцию гетероциклических нитросоединений. Субстраты и продукты. Подобрать микроорганизмы-продуценты для промышленной технологии.

10. Ферменты, осуществляющие деструкцию карбамидных соединений. Субстраты и продукты. Подобрать микроорганизмы-продуценты для промышленной технологии.

11. Методы определения амилазной активности. Подобрать метод определения амилолитической активности в крахмалосодержащих средах.

12. Каталазы и их применение в деятельности человека. Подобрать продуцент и обосновать его выбор.

13. Биокаталитический способ производства электропроводящих полимеров. Подобрать фермент и продуцент.

14. Разработать проект лаборатории для конструирования ферментов (методическое и материально-техническое оснащение, кадровый потенциал)

15. Ферменты, увеличивающие срок годности пищевых продуктов. Продуценты, технологии получения.

16. Пищеварительные ферменты для медицины. Требования к препаратам, источники, возможные продуценты.

17. Тромболитические ферменты. Характеристика, требования. Подобрать продуценты для промышленного получения медицинских препаратов

18. Ферменты, увеличивающие срок годности пищевых продуктов. Продуценты, технологии получения.

19. Биокаталитический способ трансформации антибиотиков. Подобрать продуценты для промышленного производства

20. Энзимы в стиральных порошках. Источники, свойства, эффективность.

21. Лактаза. Промышленное применение, продуценты, требования к препаратам.

22. Применение ферментов в биосенсорах. Источники, требования к чистоте.

23. Мембранные методы выделения ферментов.

24. Ферменты для получения фруктозы в пищевой промышленности кукурузный экстракт крахмал патока

Вопросы к экзаменационным билетам по дисциплине «Прикладная энзимология»

1. Инженерная энзимология. Связь с другими дисциплинами. Основные направления развития
2. Сходство и отличие биологических катализаторов от химических.
3. Химическая природа ферментов. Рибозимы
4. Источники ферментов в промышленности
5. Биохимический механизм синтеза ферментов в клетке
6. Локализация в клетке синтеза ферментов (белковых, РНК).
7. Синтез и регуляция синтеза ферментов в клетке
8. Процесс фолдинга при образовании фермента
9. Ферменты простые и сложные. Коферменты.

10. Роль коферментов и простетических групп в биокатализе. Участие металлов в ферментативных процессах.
11. Строение ферментов. Первичная, вторичная, третичная, четвертичная структура
12. Денатурация белка. В чем заключается, какие факторы влияют.
13. Ренатурация. Примеры обратимой денатурации
14. Субстрат фермента. Продукты ферментативной реакции
15. Стадии ферментативной реакции
16. Специфичность ферментов
17. Модель образования фермент-субстратного комплекса.
18. Модель индуцированного соответствия Кошланда
19. Активные и регуляторные центры.
20. Структура молекул ферментов. Активный центр
21. Центр регуляции активности фермента
22. Энергетический центр фермента. Носитель энергии.
23. Каталитический центр фермента
24. Конститутивные и индуцибельные ферменты
25. Регуляция активности фермента (ингибиторы, активаторы)
26. Специфические и неспецифические ингибиторы
27. Маскировочное ингибирование фермента. Применение в медицине
28. Изоферменты
29. Способы регуляции скорости ферментативных реакций
30. Основные способы регуляции активности ферментов. Аллостерическая регуляция
31. Основные способы регуляции активности ферментов. Регуляция с помощью белок-белковых взаимодействий
32. Основные способы регуляции активности ферментов. Регуляция путем фосфорилирования-дефосфорилирования молекулы фермента
33. Основные способы регуляции активности ферментов. Регуляция частичным (ограниченным) протеолизом
34. Единицы ферментативной активности, международные единицы. Удельная активность фермента Стандартные условия измерения ферментативной активностиПринципы классификации ферментов. Классы ферментов
35. Оксидоредуктазы. Осуществляемые реакции, примеры. Гидролазы. Осуществляемые реакции, примеры. Трансферазы. Осуществляемые реакции, примеры.
36. Лиазы. Осуществляемые реакции, примеры.
37. Изомеразы. Осуществляемые реакции, примеры.
38. Лигазы. Осуществляемые реакции, примеры.
39. Экстремозимы и источники их получения. Термозимы.
40. Условия работы ферментов.
41. Зависимость активности фермента от pH
42. Зависимость скорости ферментативной реакции от температуры
43. Зависимость начальной скорости ферментативной реакции от концентрации субстрата

44. Уравнение Михаэлиса — Ментен. Константа Михаэлиса
45. Методы выделения ферментов
46. Экстрацеллюлярные и интрацеллюлярные ферменты
47. Стабилизация ферментов в биотехнологических системах
48. Технологическая схема получения очищенных ферментных препаратов ферменты. Основные характеристики различных носителей
49. Способы физической и химической иммобилизации препаратов
50. Иммобилизованные клетки микроорганизмов. Основные принципы действия иммобилизованных клеточных биокатализаторов
51. Преимущества и недостатки иммобилизованных ферментов.
52. Ферментативный микроанализ
53. Иммуноферментный анализ
54. Применение ферментов в медицине
55. Энзимопатология. Энзимодиагностика
56. Ферменты в фармацевтической промышленности
57. Ферменты в пищевой промышленности. Получение глюкозо-фруктозных сиропов с помощью глюкозоизомеразы.
58. Использование ферментов в тонком органическом синтезе
59. Методы повышения выхода целевого продукта
60. Ферментативное превращение рацематов в энантиомеры
61. Деструкция ксенобиотиков с участием микроорганизмов и ферментов.
62. Особенности кинетики биокаталитических процессов деструкции ксенобиотиков. Адаптация микроорганизма к ксенобиотику.
63. Ферментативное получение глюкозы из целлюлозосодержащего сырья.
64. Использование ферментов для создания биоэлектрохимических преобразователей энергии.
65. Основной принцип конструирования ферментных электродов
66. Ферментативные реакции в системах с органическими растворителями