

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**Федеральное государственное автономное образовательное**  
**учреждение высшего образования "Пермский**  
**государственный национальный исследовательский**  
**университет"**

Авторы-составители: **Лисовенко Наталья Юрьевна**  
**Максимов Александр Юрьевич**

Рабочая программа дисциплины  
**ИНЖЕНЕРНАЯ ЭНЗИМОЛОГИЯ**  
Код УМК 98304

Утверждено  
Протокол №5  
от «24» июня 2022 г.

Пермь, 2022

## **1. Наименование дисциплины**

Инженерная энзимология

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина входит в вариативную часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **04.03.01** Химия  
направленность Биохимия

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Инженерная энзимология** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

#### **04.03.01 Химия (направленность : Биохимия)**

**ПК.1** Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения научно-исследовательских задач в профессиональной области, поставленных специалистом более высокой квалификации

##### **Индикаторы**

**ПК.1.1** Проводит работы по поиску, обработке и анализу научно-технической информации в профессиональной области, планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР

**ПК.4** Способен выбирать и использовать технические средства и методы исследования для решения технологических задач, поставленных специалистом более высокой квалификации в профессиональной области

##### **Индикаторы**

**ПК.4.1** Выбирает технические средства и методы исследований (из набора имеющихся) для решения технологических задач в профессиональной области деятельности, поставленных специалистом более высокой квалификации

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	04.03.01 Химия (направленность: Биохимия)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	11
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	3
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	108
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	42
<b>Проведение лекционных занятий</b>	28
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	14
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	66
<b>Формы текущего контроля</b>	Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (2)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Зачет (11 триместр)

## 5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

### **Ферменты, их структура, свойства, классификация. Фундаментальные и прикладные аспекты инженерной энзимологии.**

Основы учения о ферментах и биокатализе. Фундаментальные и прикладные аспекты инженерной энзимологии. Связь с другими дисциплинами. Основные направления развития.

### **Кинетика биокатализа. Структурно-функциональные особенности биокатализа**

Структура, свойства и механизм действия ферментов. Классификация ферментов, характеристика классов, подклассов, отдельных представителей. Сходство и отличие биологических катализаторов от неорганических. Преимущества и недостатки биокатализа при его использовании в технологических процессах.

### **Кофакторы ферментов.**

Инактивация ферментов. Факторы, инициирующие денатурацию ферментов. Физические. Механические. Химические. Биологические. Механизмы инактивации ферментов. Моделирование и кинетика процессов инактивации ферментов. 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. Химическая модификация ферментов. Имобилизация ферментов. Экстремозимы и источники их получения. Термозимы. Структурные и термодинамические основы функционирования термозимов при высоких температурах. Использование экстремозимов в биотехнологии. Амилазы и пуллулаказы. Протеиназы. ДНК-полимеразы. Ферментативные реакции в системах с органическими растворителями. Их прикладное значение.

### **Характеристика классов ферментов**

Кинетическая основа ферментативного микроанализа. Методы детекции в ферментативном микроанализе. Использование в микроанализе сопряженных ферментативных систем. Имобилизованные ферменты в микроанализе. Аналитические проточные реакторы. Ферментные микрокалориметрические датчики. Ферментные электроды. Иммуноферментные датчики. БиOLUMИнесцентный микроанализ. Соимобилизованные полиферментные системы в биOLUMИнесцентном анализе.

### **Индустриальный биокатализ**

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

Ферменты в фармацевтической промышленности. Получение 6-аминопенициллановой кислоты с помощью пенициллинамидазы. Биохимическая основа процесса. Коммерческие препараты иммобилизованной аминоксилазы. 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,  $\beta$ -галактозидаз.

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

Перспективы развития индустриального биокатализа.

### **Использование ферментов в тонком химическом синтезе**

Ферментативное превращение рацематов в энантиомеры. Биокаталитическое получение простаноидов. Ферментативная модификация нуклеиновых кислот, синтез олиго- и полинуклеотидов. Ферментативный синтез сахаров.

### **Утилизация промышленных отходов с помощью ферментов**

Биоконверсия растительного сырья. Ферментативное получение глюкозы из целлюлозосодержащего сырья.

### **Медицинская энзимология**

Энзимопатология. Энзимодиагностика. Энзимотерапия. Терапия воспалительных процессов трипсином и химотрипсином. Тромболитическая терапия фибринолизинем и стрептокиназой. Ферментная терапия вирусных заболеваний РНКазой, ДНКазой. Заместительная терапия пищеварительными ферментами. Терапия гиалуронидазой и коллагеназой. Лечение онкологических заболеваний аспарагиназой. Имобилизованные 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. Перспективные направления развития ферментной терапии.

### **Перспективы практического использования биоэлектрокатализа**

Использование ферментов для создания биоэлектрохимических преобразователей энергии. Практическое использование биоэлектрокатализа, перспективы его развития.

### **Конструирование биокатализаторов и их использование в биотехнологии**

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.

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

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

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

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.



## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная:

1. Луканин, А. В. Инженерная биотехнология: основы технологии микробиологических производств : учебное пособие / А. В. Луканин. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 304 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-011479-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система Znanium : [сайт]. <https://elis.psu.ru/node/619662>
2. Максимова Ю. Г., Максимов А. Ю. Биоресурсы и биотехнологии. Основы биотехнологии: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров "Биология"/Ю. Г. Максимова, А. Ю. Максимов.-Пермь:ПГНИУ,2019, ISBN 978-5-7944-3298-5.-1031.-Библиогр.: с. 101-103 <https://elis.psu.ru/node/592372>

### Дополнительная:

1. Биотехнология. учебное пособие для вузов : в 8 кн./ред.: Н. С. Егоров, В. Д. Самуилов.- Москва:Высшая школа,1987.Кн. 8.Инженерная энзимология/И. В. Березин [и др.].-1987.-143.-Библиогр.: с. 137-138. - Предм. указ.: с. 139-141

## **9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины**

При освоении дисциплины использование ресурсов сети Интернет не предусмотрено.

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

Образовательный процесс по дисциплине **Инженерная энзимология** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем: презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий); доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС) доступ в электронную информационно-образовательную среду университета

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (**student.psu.ru**).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

№ Вид работ Материально-техническое обеспечение дисциплины, оснащенность

1. Лекционные занятия

Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

2. Занятий семинарского типа (семинары, практические занятия)

Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением; аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской.

3. Текущий контроль

Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Аудитория для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Помещения Научной библиотеки ПГНИУ

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными

компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине  
Инженерная энзимология**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.  
Индикаторы и критерии их оценивания**

**ПК.4**

**Способен выбирать и использовать технические средства и методы исследования для решения технологических задач, поставленных специалистом более высокой квалификации в профессиональной области**

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
<p><b>ПК.4.1</b> Выбирает технические средства и методы исследований (из набора имеющихся) для решения технологических задач в профессиональной области деятельности, поставленных специалистом более высокой квалификации</p>	<p>Знает: физико-химические и биохимические закономерности биокатализа; Умеет: анализировать современные достижения инженерной энзимологии; Владеет: современными информационными технологиями, используемыми в инженерной энзимологии.</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не знает физико-химические и биохимические закономерности биокатализа, не умеет анализировать современные достижения инженерной энзимологии. Не разбирается в современных информационных технологиях, используемых в инженерной энзимологии.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Плохо знает физико-химические и биохимические закономерности биокатализа, умеет анализировать современные достижения инженерной энзимологии, допускает серьезные ошибки. С трудом разбирается в современных информационных технологиях, используемых в инженерной энзимологии.</p> <p align="center"><b>Хорошо</b></p> <p>Знает физико-химические и биохимические закономерности биокатализа, умеет анализировать современные достижения инженерной энзимологии, делает несущественные ошибки. Хорошо разбирается в современных информационных технологиях, используемых в инженерной энзимологии.</p> <p align="center"><b>Отлично</b></p> <p>Отлично знает физико-химические и биохимические закономерности биокатализа, умеет анализировать современные достижения инженерной энзимологии. Отлично разбирается в современных информационных технологиях, используемых в инженерной энзимологии.</p>

## ПК.1

**Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения научно-исследовательских задач в профессиональной области, поставленных специалистом более высокой квалификации**

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<b>ПК.1.1</b> Проводит работы по поиску, обработке и анализу научно-технической информации в профессиональной области, планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР	Знает: структурные и термодинамические основы функционирования ферментов; примеры использования биокатализа в науке, медицине, технике и промышленности; Умеет: пользоваться специализированными базами данных и ресурсами Интернета; Владеет: современными технологическими схемами биокатализа.	<p><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не знает структурные и термодинамические основы функционирования ферментов; примеры использования биокатализа в науке, медицине, технике и промышленности. Не умеет пользоваться специализированными базами данных и ресурсами Интернета. Не владеет современными технологическими схемами биокатализа.</p> <p><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Плохо знает структурные и термодинамические основы функционирования ферментов; примеры использования биокатализа в науке, медицине, технике и промышленности, допускает серьезные ошибки. Плохо умеет пользоваться специализированными базами данных и ресурсами Интернета. Плохо владеет современными технологическими схемами биокатализа.</p> <p><b>Хорошо</b></p> <p>Знает структурные и термодинамические основы функционирования ферментов; примеры использования биокатализа в науке, медицине, технике и промышленности, делает небольшие ошибки в ответе. Умеет пользоваться специализированными базами данных и ресурсами Интернета. Владеет современными технологическими схемами биокатализа.</p> <p><b>Отлично</b></p> <p>Без ошибочно знает структурные и термодинамические основы функционирования ферментов; примеры использования биокатализа в науке, медицине, технике и промышленности. Умеет пользоваться специализированными базами данных и ресурсами Интернета. Отлично владеет современными технологическими схемами биокатализа.</p>

## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Зачет

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

### Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 50 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 50 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>ПК.4.1</b> Выбирает технические средства и методы исследований (из набора имеющихся) для решения технологических задач в профессиональной области деятельности, поставленных специалистом более высокой квалификации	Характеристика классов ферментов <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Структурно-функциональные особенности биокатализа. Ферменты в экстремальных условиях. Ферментативный микроанализ.
<b>ПК.1.1</b> Проводит работы по поиску, обработке и анализу научно-технической информации в профессиональной области, планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР	Конструирование биокатализаторов и их использование в биотехнологии <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Индустриальный биокатализ. Использование ферментов в тонком органическом синтезе. Конструирование биокатализаторов.
<b>ПК.1.1</b> Проводит работы по поиску, обработке и анализу научно-технической информации в профессиональной области, планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР	Итоговый контроль <b>Итоговое контрольное мероприятие</b>	Фундаментальные и прикладные аспекты инженерной энзимологии. Химическая модификация ферментов. Иммобилизация ферментов. Стабилизация ферментов в биотехнологических системах. Иммобилизованные ферменты.

### Спецификация мероприятий текущего контроля

#### Характеристика классов ферментов

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**  
 Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**  
 Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**  
 Проходной балл: **15**

Показатели оценивания	Баллы
Структура, свойства и механизм действия биокатализаторов. Сходство и отличие биологических катализаторов от синтетических. Преимущества и недостатки биокатализа при его использовании в технологических процессах	10
Кинетическая основа ферментативного микроанализа. Методы детекции в ферментативном микроанализе. Использование в микроанализе сопряженных ферментативных систем. Имобилизованные ферменты в микроанализе. Аналитические проточные реакторы. Ферментные микрокалориметрические датчики. Ферментные электроды. Иммуноферментные датчики. билюминесцентный микроанализ. Соимобилизованные полиферментные системы в билюминесцентном анализе.	10
Инактивация ферментов. Факторы, инициирующие денатурацию ферментов. Физические. Механические. Химические. Биологические. Механизмы инактивации ферментов. Моделирование и кинетика процессов инактивации ферментов.	5
Фундаментальные и прикладные аспекты инженерной энзимологии. Связь с другими дисциплинами. Основные направления развития.	5

### **Конструирование биокатализаторов и их использование в биотехнологии**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **3 часа**  
 Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**  
 Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**  
 Проходной балл: **15**

Показатели оценивания	Баллы
Ферменты в химической промышленности. Ферменты в фармацевтической промышленности. Ферменты в пищевой промышленности.	10
Ферментативное превращение рацематов в энантиомеры. Биокаталитическое получение простаноидов. Ферментативная модификация нуклеиновых кислот, синтез олиго- и полинуклеотидов. Ферментативный синтез сахаров.	10
Экспериментальный анализ пространственной структуры ферментов. Кристаллография. Двумерная ЯМР-спектроскопия. Предсказание структуры ферментов с помощью компьютерных методов молекулярного моделирования. Квантовомеханические методы. Метод молекулярной динамики	5
Белковая инженерия ферментов. Рациональный дизайн промышленных ферментов. Сайт-специфический мутагенез субтилизина	5

### **Итоговый контроль**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **6 часа**  
 Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**  
 Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**  
 Проходной балл: **20**

Показатели оценивания	Баллы
<p>Основные направления развития инженерной энзимологии, значение. Структурно-функциональные особенности биокатализа. Структура, свойства и механизм действия биокатализаторов. Сходство и отличие биологических катализаторов от синтетических. Преимущества и недостатки биокатализа при его использовании в технологических процессах. Инактивация ферментов. Факторы, инициирующие денатурацию ферментов. Механизмы инактивации ферментов.</p>	10
<p>Антигенные и иммуногенные свойства иммобилизованных ферментов. Ферментные препараты типа “контейнер”. Использование липосом в качестве “контейнера”. Применение иммобилизованных ферментов в стоматологии, офтальмологии, хирургии. Перспективные направления развития ферментной терапии.</p>	10
<p>Моделирование и кинетика процессов инактивации ферментов. Регенерация ферментативных систем, применяемых в биотехнологии. Реактивация инактивированных ферментов. Утилизация и регенерация кофакторов (коферментов). Ферментативные, химические и электрохимические методы регенерации.</p>	10
<p>Экстремозимы и источники их получения. Термозимы. Использование экстремозимов в биотехнологии. Амилазы и протеиназы. ДНК-полимеразы. Ферментативные реакции в системах с органическими растворителями. Их прикладное значение.</p>	10