

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт фундаментальной медицины и биологии



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор  
по образовательной деятельности КФУ  
Проф. Минзарипов Р.Г.

\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Программа дисциплины**

Дизайн ферментов с заданными свойствами М0.ДВ.1

Направление подготовки: 020400.68 - Биология

Профиль подготовки: Биоинформатика

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Акберова Н.И.

**Рецензент(ы):**

Фаттахова А.Н.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Алимова Ф. К.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от "\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института фундаментальной медицины и биологии:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от "\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No

Казань  
2014

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Акберова Н.И. Кафедра биохимии и биотехнологии отделение биологии и биотехнологии, Natasha.Akberova@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

ознакомление с основными принципами и теоретическими положениями инженерной энзимологии и основами конструирования и последующего использования в биотехнологии биокатализаторов с заданными свойствами.

### 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "М0.ДВ.1 Гуманитарный, социальный и экономический" основной образовательной программы 020400.68 Биология и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 2 курсе, 3 семестр.

Дисциплина "Дизайн ферментов с заданными свойствами" находится в логической и содержательно-методической взаимосвязи с дисциплинами магистерской программы - "Основы квантовой химии", "Молекулярная динамика биологических макромолекул", "Системная биология", "Введение в молекулярную динамику", "Вычислительная геномика и протеомика"

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-1 (общекультурные компетенции)	способен к творчеству (креативность) и системному мышлению
ОК-2 (общекультурные компетенции)	способен к инновационной деятельности
ОК-4 (общекультурные компетенции)	понимает пути развития и перспективы сохранения цивилизации, связь геополитических и биосферных процессов, проявляет активную жизненную позицию, используя профессиональные знания
ОК-5 (общекультурные компетенции)	проявляет инициативу, в том числе в ситуациях риска, способен брать на себя всю полноту ответственности, способен к поиску решений в нестандартных ситуациях
ПК-10 (профессиональные компетенции)	глубоко понимает и творчески использует в научной и производственно-технологической деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов специальных дисциплин магистерской программы
ПК-11 (профессиональные компетенции)	умеет планировать и реализовывать профессиональные мероприятия (в соответствии с целями магистерской программы)
ПК-13 (профессиональные компетенции)	самостоятельно использует современные компьютерные технологии для решения научно-исследовательских и производственно-технологических задач профессиональной деятельности, для сбора и анализа биологической информации

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

- структурные и термодинамические основы функционирования ферментов в экстремальных условиях;

- современные информационные технологии, используемые в инженерной энзимологии

2. должен уметь:

- конструировать биокатализаторы с заданными свойствами;

- пользоваться специализированными компьютерными базами данных и ресурсами Интернета

3. должен владеть:

принципами создания биокатализаторов с заданными свойствами

4. должен демонстрировать способность и готовность:

применять современные информационные технологии, используемые в инженерной энзимологии, при решении собственных научно-исследовательских задач

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 3 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Структурно-функциональные особенности биокатализа	3		2	0	0	устный опрос
2.	Тема 2. Компьютерный дизайн ферментов	3		2	6	0	контрольная работа
3.	Тема 3. Использование ресурсов Internet в инженерной энзимологии.	3		0	4	0	контрольная работа
4.	Тема 4. Получение химерных и бифункциональных ферментов.	3		2	2	0	коллоквиум

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
	Тема . Итоговая форма контроля	3		0	0	0	зачет
	Итого			6	12	0	

#### 4.2 Содержание дисциплины

##### Тема 1. Структурно-функциональные особенности биокатализа

###### *лекционное занятие (2 часа(ов)):*

Структура, свойства и механизм действия биокатализаторов. Сходство и отличие биологических катализаторов от синтетических. Преимущества и недостатки биокатализа при его использовании в технологических процессах.

##### Тема 2. Компьютерный дизайн ферментов

###### *лекционное занятие (2 часа(ов)):*

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

###### *практическое занятие (6 часа(ов)):*

Компьютерная визуализация пространственной структуры ферментов.

##### Тема 3. Использование ресурсов Internet в инженерной энзимологии.

###### *практическое занятие (4 часа(ов)):*

Компьютерные базы данных. Базы данных аминокислотной последовательности белков. Базы данных трехмерной структуры белков. Интегральные базы данных. Метаболические базы данных.

##### Тема 4. Получение химерных и бифункциональных ферментов.

###### *лекционное занятие (2 часа(ов)):*

Получение полусинтетических ферментов и их использование в качестве промышленных биокатализаторов.

###### *практическое занятие (2 часа(ов)):*

Коллоквиум на тему : "Направления и перспективы развития молекулярного дизайна биокатализаторов"

#### 4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Структурно-функциональные особенности биокатализа	3		подготовка к устному опросу	10	устный опрос
2.	Тема 2. Компьютерный дизайн ферментов	3		подготовка к контрольной работе	16	контрольная работа

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
3.	Тема 3. Использование ресурсов Internet в инженерной энзимологии.	3		подготовка к контрольной работе	16	контрольная работа
4.	Тема 4. Получение химерных и бифункциональных ферментов.	3		подготовка к коллоквиуму	12	коллоквиум
	Итого				54	

## 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Активные и интерактивные формы проведения занятий составляют более 60% всей аудиторной нагрузки: на лекциях используется компьютерная симуляция и визуализация структур ферментов, практические занятия проводятся на компьютерах с использованием биоинформационных баз данных и программ компьютерного моделирования

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

### Тема 1. Структурно-функциональные особенности биокатализа

устный опрос , примерные вопросы:

Устный опрос проводится в виде обсуждения структурных особенностей ферментов

### Тема 2. Компьютерный дизайн ферментов

контрольная работа , примерные вопросы:

Контрольная работа проводится на компьютере с использованием биоинформационных баз данных и программ молекулярного моделирования ферментов

### Тема 3. Использование ресурсов Internet в инженерной энзимологии.

контрольная работа , примерные вопросы:

Контрольная работа проводится на компьютере с использованием биоинформационных баз данных и программ молекулярного моделирования ферментов

### Тема 4. Получение химерных и бифункциональных ферментов.

коллоквиум , примерные вопросы:

На коллоквиуме обсуждаются перспективные направления развития молекулярного дизайна ферментов

### Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету:

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 промышленных ферментов. Создание библиотеки ферментов. Случайный мутагенез. Случайная рекомбинация фрагментов гена *in vitro*. Отбор ферментов с улучшенными свойствами. Критерии отбора промышленных 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 промышленных биокатализаторов.

Направления и перспективы развития молекулярного дизайна биокатализаторов.

### 7.1. Основная литература:

Мир белковых молекул. Элективный курс: учебное пособие Автор: Смирнов А.В. Издательство: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010 г. 124 стр <http://www.knigafund.ru/books/68180>

Словарь нанотехнологических и связанных с нанотехнологиями терминов Издательство: ФИЗМАТЛИТ, 2010 г. 528 стр <http://www.knigafund.ru/books/107090>

### 7.2. Дополнительная литература:

Глик Б. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение. / Б. Глик, Дж. Пастернак. 2002. 592 с.

Варфоломеев, Сергей Дмитриевич. Химическая энзимология: учеб. для студентов, обучающихся по спец. 011000 "Химия" и направлению 510500 "Химия" / С. Д. Варфоломеев; МГУ им. М.В. Ломоносова. Москва: Академия, 2005. 471, [1] с.: ил.; 22. (Высшее профессиональное образование, Естественные науки). (Учебник). (Посвящ. 250-летию Моск. ун-та. Библиогр.: с. 468. ISBN 5-7695-2062-0 (в пер.)), 2000.

### 7.3. Интернет-ресурсы:

ExpASY: SIB Bioinformatics Resource Portal - Proteomics Tools - [www.expasy.org/tools/](http://www.expasy.org/tools/)

Molecular Modelling software - <http://www.ch.ic.ac.uk/local/organic/mod/software.html>

NAMD - Scalable Molecular Dynamics - [www.ks.uiuc.edu/Research/namd/](http://www.ks.uiuc.edu/Research/namd/)

RCSB Protein Data Bank - RCSB PDB - [www.rcsb.org/](http://www.rcsb.org/)

направленное изменение каталитических свойств ферментов, дизайн новых ингибиторов ферментов и условий проведения ферментативных реакций -

<http://www.dissers.ru/1raznoe/aktualnost-problemi-celenapravlennoe-izmenenie-kataliticheskikh-svoystv-fer>

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Дизайн ферментов с заданными свойствами" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Компьютерный класс, оснащенный мультимедийной техникой и выходом в Интернет

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 020400.68 "Биология" и магистерской программе Биоинформатика .



Автор(ы):

Акберова Н.И. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Фаттахова А.Н. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.