



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДВФУ)

**ИНСТИТУТ МИРОВОГО ОКЕАНА**

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП



Зюмченко Н.Е.

(Ф.И.О.)

« 20 » 10

2021 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой биохимии и  
биотехнологии



Костецкий Э.Я.

(подпись)

(Ф.И.О.)

»

2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Ферменты. Основы нанобиотехнологий

Направление подготовки 06.03.01 Биология

(наименование образовательной программы)

Форма подготовки очная

курс 3 семестр 5, 6

лекции 18/18 час.

практические занятия 18 час.

лабораторные работы 34/36 час.

в том числе с использованием МАО лек. 8/6 / пр. - / лаб. 18/18 час.

всего часов аудиторной нагрузки 124 час.

в том числе с использованием МАО 50 час.

самостоятельная работа 56 час.

в том числе на подготовку к экзамену 27 час.

контрольные работы (количество) не предусмотрены

курсовая работа / курсовой проект не предусмотрены

зачет 6 семестр

экзамен 5 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 06.03.01 Биология утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 7 августа 2020 г. № 920

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры \_\_\_\_\_ биохимии и биотехнологии \_\_\_\_\_  
протокол № 4 от « 20 » \_\_\_\_\_ октября \_\_\_\_\_ 2021 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ д.б.н. Костецкий Э.Я.

Составитель (ли): д.б.н. Санина Н.М.

Владивосток

2021

**Оборотная сторона титульного листа РПД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**III. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**IV. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

1.

### **Цели и задачи освоения дисциплины:**

**Цель:** дать представление об особенностях структурной организации и функций наноразмерных структур, позволяющих создавать прорывные инновационные разработки, обеспечить студентов широкой базой знаний для оценки, развития и практического воплощения нанобиотехнологий, помочь им войти в профессиональное поле, включая медицинскую и фармацевтическую промышленности.

### **Задачи:**

1. Овладеть системой знаний о стратегии структурного и функционального исследования белков и ферментов;
2. Иметь представление о законах, лежащих в основе ферментативного катализа в биологических системах;
3. Знать основные механизмы работы активных центров ферментов;
4. Иметь использовать знания о белках и ферментах для практической деятельности в области биотехнологии.
5. Дать представление взаимосвязи размеров нанообъектов с их уникальными свойствами;
6. Сформировать понятие о двух взаимосвязанных областях науки – нанобиотехнологии и бионанотехнологии;
7. Выработать правильное представление о том, что является предметом нанобитехнологии;
8. Дать представление об особой роли нанобиотехнологии и наномедицины в очередной научно-технической революции.

Содержание дисциплины охватывает следующий круг вопросов: основы современных представлений в области структуры и функции белков, основные понятия ферментативного катализа, участие ферментов в основных

биологических процессах клетки. Так же содержание дисциплины охватывает основные вопросы, стоящие перед новой бурно развивающейся областью знаний, возникшей на стыке биотехнологии и нанотехнологии, раскрывает фундаментальные принципы, методы и перспективы развития нанобитехнологии.

Дисциплина «Ферменты. Основы нанобиотехнологий» логически связана с предшествующими курсами бакалавриата: «Введение в биотехнологию», «Цитология», «Гистология», «Биохимия и молекулярная биология».

Планируемые результаты обучения по данной дисциплине (знания, умения, владения), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, характеризуют этапы формирования следующих профессиональных компетенций:

Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения:

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
научно-исследовательский	ПК-4 Способен овладеть навыками и знаниями основ нанобиотехнологии для вхождения в профессиональное поле разработки инновационных технологий	ПК-4.1. Понимает основы нанобиотехнологии и молекулярной биологии, необходимые для вхождения в профессиональное поле разработки инновационных технологий
		ПК-4.2. Использует знания основ нанобиотехнологии и молекулярной биологии для вхождения в профессиональное поле разработки инновационных технологий
проектный	ПК-7 Способен применять достижения и методы различных областей знания и использовать междисциплинарный подход для решения научных и	ПК-7.1. Понимает базовые достижения и методы различных областей знания
		ПК-7.2. Использует достижения и методы различных областей знания для решения поставленных задач
		ПК-7.3. Применяет междисциплинарный подход для

	практических задач	решения научных
--	--------------------	-----------------

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-4.1. Понимает основы нанобиотехнологии и молекулярной биологии, необходимые для вхождения в профессиональное поле разработки инновационных технологий	Знает: основы нанобиотехнологии
	Умеет: формулировать основы нанобиотехнологии и молекулярной биологии
	Владеет: практикой инновационных разработок в области нанобиотехнологий
ПК-4.2. Использует знания основ нанобиотехнологии и молекулярной биологии для вхождения в профессиональное поле разработки инновационных технологий	Знает: основы молекулярной биологии
	Умеет: осуществить поиск существующего передового опыта нанобиотехнологий и молекулярной биологии
	Владеет: практикой инновационных разработок в области молекулярной биологии
ПК-7.1. Понимает базовые достижения и методы различных областей знания	Знает: как правильно применять достижения и методы различных областей знания для решения научных задач
	Умеет: применять достижения и методы различных областей знания для решения научных задач
	Владеет: навыками применения достижений и методов различных областей знания для решения научных задач
ПК-7.2. Использует достижения и методы различных областей знания для решения поставленных задач	Знает: основные достижения и методы различных областей знания, необходимые для решения конкретных научных и практических задач
	Умеет: применять достижения и методы различных областей знания и использовать междисциплинарный подход для решения собственных научных и практических задач
	Владеет: навыками использования достижений и методов различных областей знания и междисциплинарного подхода для решения собственных научных и практических задач
ПК-7.3. Применяет междисциплинарный подход для решения научных и практических задач	Знает: основы широкого междисциплинарного подхода для решения научных и практических задач
	Умеет: распространить достижения и методы различных областей знания и использовать междисциплинарный подход для решения научных задач на местном, региональном и межрегиональном уровнях
	Владеет: способностью распространить достижения и методы различных областей знания и использовать междисциплинарный подход для решения научных задач на местном, региональном и межрегиональном уровнях

## 2. Трудоёмкость дисциплины и видов учебных занятий по дисциплине

Рабочая программа учебной дисциплины «Ферменты. Основы нанобиотехнологий» разработана для студентов 3 курса, обучающихся по направлению 06.03.01 «Биология».

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов (1 зачетная единица – 36 академических часов). Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (36 часов), практические занятия (18 часов), лабораторные работы (70 часов) и самостоятельная работа (56

часов). Дисциплина «Ферменты. Основы нанобиотехнологий» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений, и является дисциплиной по выбору (Б1.В.1.ДВ.02.02). Дисциплина реализуется на 3 курсе в 5 и 6-м семестрах.

Видами учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине являются:

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Лек	Лекции
Лаб	Лабораторные работы
Пр	Практические занятия
СР	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения
Контроль	Самостоятельная работа обучающегося и контактная работа обучающегося с преподавателем в период промежуточной аттестации

Структура дисциплины:

Форма обучения – очная.

№	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося						Формы промежуточной аттестации
			Лек	Лаб	Пр	ОК	СР	Контроль	
1	1. Ферменты	5	18	34	18				УО-1; УО-3; ПР-6; ПР-1; ПР-4
2	2. Основы нанобиотехнологий	6	18	36	-	-	29	27	
	Итого:		36	70	18	-	29	27	

## I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

### ЛЕКЦИИ (36 ЧАСОВ)

#### 5 семестр (18 часов)

**Раздел 1. Первичная структура белков, основные методы выделения и исследования белков, конформационная структура белков (6 часов)**

**Тема 1. Современные представления о строении белков и ферментов (1 час)**

Пептидная связь и ее образование. 4 уровня организации белковых молекул. Аминокислотный состав и поперечные сшивки. С- и N- конец и концевые аминокислоты. Модификация концевых аминокислот. Стратегия

определения первичной последовательности аминокислотных остатков в белках.

**Тема 2.** Принципы формирования вторичной структуры белков. Прионы (2 часа).

Водородная связь в полипептидной цепи. Канонические конформации полипептидной цепи –  $\alpha$ -спираль и  $\beta$ -складчатая структура,  $\alpha$ -изгиб и шпилька. Нарушения формирования вторичной структуры. Определение степени регулярности структуры. Роль различных аминокислотных остатков в формировании вторичной структуры.

Прионы. Их обнаружение, свойства. Болезни, вызываемые прионами. Размножение прионов в клетке. Принцип появления новых молекул прионов – структурные и генетические особенности.

**Тема 3.** Моделирование третичной и четвертичной структуры белков (3 часа)

Модели третичной структуры. Глобулярная гидрофильная структура. Доменная организация белков и ферментов, типы доменных структур. Классификация белков по типу формирования третичной структуры. Денатурация белков. Субъединица и протомер. Определение числа полипептидных цепей в молекулах белков и ферментов и их молекулярной массы. Физико-химические методы исследования изменений в четвертичной структуре белков и ферментов при их функционировании. Изменчивость и консервативность в первичной, вторичной, третичной и четвертичной структуре гомологичных белков в филогенезе.

**Раздел 2. Классификация и номенклатура ферментов, активные центры ферментов, ингибирование, кинетика ферментативной реакции (6 часов).**

**Тема 1.** Понятие ферментативной активности. Кинетика ферментативных реакций. (2 часа)

Стандартная единица активности, удельная и молекулярная активность, число оборотов фермента, активность каталитического центра. Методы определения активности ферментов. Фермент-субстратный комплекс. Витамины и их роль в ферментативном процессе.

**Тема 2.** Влияние ингибиторов и активаторов на ферментативный процесс (2 часа).

Центры действия активаторов и ингибиторов в молекуле фермента. Обратимое и необратимое ингибирование. Конкурентное, неконкурентное, смешанное и бесконкурентное ингибирование и графические способы их выявления. Необходимые и несущественные активаторы. Гормональная регуляция активности ферментов гепатоцитов. Фосфорилирование белков. Тирозин-фосфоорилазная активность и ее роль в регуляции ферментативной активности *in vivo*. Рецепторы – фосфотирозин-киназы.

**Тема 3.** Принципы классификации ферментов (2 часа).

Номенклатура ферментов. Шифр фермента, общепринятые тривиальные и рациональные названия ферментов и принципы их формирования.

**Раздел 3. Участие ферментов в основных биологических процессах клетки (6 часов)**

**Тема 1.** Механизмы регуляции биосинтеза ферментов в клетках (2 часа).

Конститутивные и адаптивные, репресслируемые и индуцируемые ферменты. Корепрессоры. Процессинг белков. Аллостерическое действие и кооперативность. Синтез белка.

**Тема 2.** Участие ферментов в процессах редупликации ДНК (2 часа).

Ферменты, участвующие в процессе редупликации. ДНК полимеразы про- и эукариот. Особенности синтеза. Топоизомеразы. Теломеразы. Стволовые клетки.

**Тема 3.** Участие ферментов в процессах транскрипции (2 часа).



Строение РНК-полимеразы. Особенности транскрипции у различных организмов. Транскрипция в митохондриях. Обратная транскрипция. Факторы транскрипции.

## **6 семестр (18 часов)**

### **Раздел 4. Предмет и задачи нанобиотехнологии (2 часа)**

#### **Тема 1. Междисциплинарный характер нанобиотехнологии (1 час)**

Дается представление о нанобиотехнологии как область знаний на стыке инженерии, физики, химии и биологии.

#### **Тема 2. Нанобиотехнология, Бионанотехнология и Наномедицина (1 час)**

Дается представление о нанобиотехнология как взаимосвязанных областей науки: собственно нанобиотехнологии, основанной на применении принципов нанотехнологии в биологических исследованиях, и бионанотехнологии, использующей биологические принципы и явления (такие как молекулярное узнавание и самосборка) для решения задач нанотехнологии. Медицинское применение нанотехнологии (наномедицина).

### **Раздел 5. Основы нанотехнологии (2 часа)**

#### **Тема 1. Объекты и задачи нанотехнологии (1 час)**

Дается представление о нанотехнологии как совокупности технологических методов и приемов, используемых при изучении и производстве материалов, устройств и систем, включающих целенаправленный контроль и управление строением и свойствами наномасштабных элементов с размерами порядка 100 нм и меньше как минимум по одному из измерений, которые приводят к улучшению, либо появлению новых улучшенных характеристик и свойств получаемых продуктов. Принципы создания нанообъектов: снизу вверх (самоорганизация) и сверху вниз (фотолитография).

## **Тема 2. Нанотехнология и новый технологический уклад (1 час)**

Обсуждается значение новых технологий для прогресса и улучшения качества жизни. Взаимосвязь технического прогресса с экономикой (промышленные революции). Теория больших циклов развития мировой экономики. Миниатюаризация как неотъемлемый тренд в развитии технологий.

## **Раздел 6. История развития нанотехнологии (2 часа)**

### **Тема 1. С чего начиналась нанотехнология? (1 час)**

Дается представление о значении работ Ричарда Фейнман - основоположника нанотехнологий, его идеи управления отдельными атомами и создания на их основе новых веществ на чрезвычайно малом (субатомном) уровне. Возникновение термина «нанотехнология» (Н. Танигучи) и дальнейшая популяризация идей Р. Фейнмана (Э.Дрекслер).

### **Тема 2. Приоритеты развития нанотехнологии (1 час)**

Программа Национальной Нанотехнологической Инициативы США (2001) и начало нанотехнологическому буму в мире. Уровень развития и приоритеты нанотехнологий в зарубежных странах и в России. Приоритетное положение нанобиотехнологии на современном этапе и в будущем развитии нанотехнологии.

## **Раздел 7. Нанотехнологические методы и приборы (2 часа)**

### **Тема 1. Зондовые микроскопы (1 часа)**

От макромира к наномиру и от ньютоновской механики к квантовой механике. Квантовый эффект туннелирования - основной принцип работы сканирующего туннельный микроскоп (СТМ). Нобелевская премия Герду Биннингу и Хайнриху Рореру. Дон Эйглер - первая демонстрация возможностей СТМ. Принцип работы атомного силового микроскопа (АСМ). Преимущества и недостатки АСМ по сравнению с СТМ. Микрофлюидная модификация АСМ –FluidFM и ее универсальность

## **Тема 2. Лазерный нанопинцет (1 час)**

Принцип действия лазерного нанопинцета и его применение в биологии. Исследование активности и особенностей работы ДНК- и РНК-полимераз с помощью нанопинцета. Преимущества и недостатки метода. Усовершенствованный нанопинцет и виртуальные фотоны (работы А. Григоренко и др.).

## **Раздел 8. Продукты нанотехнологии (2 часа)**

### **Тема 1. Фуллерены и Нанотрубки (1 час)**

Структура фуллеренов – нового типа аллотропов углерода. Эндоедральные фуллерены и их свойства. Водорастворимые фуллерены и их применение в биологии и медицине. Нейропротекторный и антивирусный эффект водорастворимых фуллеренов. Углеродная нанотехнология, ее перспективы.

Углеродные и пептидные нанотрубки. Использование биологических объектов и принципов функционирования для организации вещества на молекулярном уровне – биомиметика – актуальное и интенсивно развивающееся направление в нанотехнологии.

### **Тема 2. Квантовые точки и другие наночастицы (1 час)**

Что такое квантовые точки? Их применение: от древних витражей к современным проблемам полупроводниковой промышленности. Коллоидные квантовые точки. Графеновые (фуллереновые) квантовые точки, их получение. Зависимость свойств квантовых точек от их размера. Применение квантовых точек в биологии и в технике. Дендримеры, перспективы использования в медицине.

## **Раздел 9. Наноматериалы (2 часа)**

### **Тема 1. ДНК-сверхрешетки (1 час)**

Самоорганизация упорядоченных массивов из наночастиц золота, в которых использованы молекулы одноцепочечной ДНК в качестве

структурной опоры. Использование сверхрешеток для разработки метаматериалов и наноустройств, лишенных субстрат-индуцированных электромагнитных помех.

## **Тема 2. Шаперонины и другие белки – материал для нанотехнологии (1 час)**

Молекулярная структура шаперонинов. Способность шаперонинов археобактерий рода *Sulfolobus* формировать ленты и двумерные массивы с высокой степенью упорядоченности. Использование мутантных форм с целью подбора размеров полости для квантовых точек. Самоорганизация генномодифицированного стабильного белка 1 (SP1) из осины *Populustremula* в двумерные решетки. Использование рекомбинантного белка SP1, конъюгированного с ферментом для образования мультиферментных нанотрубок.

## **Раздел 10. Приоритетные направления нанобиотехнологии (4 часа)**

### **Тема 1. ДНК-нанотехнологии. Аптамеры(1 час)**

Дается определение и сравнительная характеристика аптамеров и антител. Метод получения аптамеров(SELEX) и их применение. Использование аптамеров для индикации кокаина, pH среды, ионов металлов и др.

### **Тема 2. ДНК-оригами (1 час)**

Разнообразие структур, формируемых ДНК. Структуры Холлидея. Нед Симан – создание двумерных сетей ДНК. Метод ДНК-оригами, предложенный Полом Ротмундом – создание двумерных и объемных нанообъектов. ДНК-машины. Перспективы использования ДНК-оригами в медицине.

### **Тема 3. Нанопоровое секвенирование (1 час)**

Дается представление о нанопоровом секвенировании как семействе высокоэффективных методов определения последовательности молекул ДНК или РНК с использованием белковых или твердотельных пор диаметром в

несколько нанометров. Преимущество – не нужна амплификация, что не только снижает стоимость, временные затраты и уровень ошибок, но и позволяет изучать гораздо более длинные нити ДНК.

#### **Тема 4. Нанобиосенсоры. Биосенсоры (1 час)**

Устройство и назначение и классификация биосенсоров. Первый биосенсор - ферментный электрод Л.Кларка. ДНК-чипы. МАГИК-чипы.

ДНК-чипы. Лаборатория на чипе.

### **Раздел 11. Наноконтейнеры и наноносители (2 часа)**

#### **Тема 1. Наночастицы как средства доставки терапевтических средств и диагностикумы(1 час)**

Наноносители, выполняя функцию доставки препарата, позволяют снизить токсичность и увеличить эффективность лекарственных препаратов. Наноносители могут быть основаны на полимерах, липидах или сурфактантах. Липидные носители (липосомы, археосомы, твердые липидные частицы) как биосовместимые и биodeградируемые структуры имеют явные преимущества по сравнению с остальными носителями.

Нанокapsулы, наносферы и полимерные мицеллы. Биомиметический подход позволяет использовать эритроциты как средство доставки лекарств. Поверхность обрабатывается фосфолипидами или белками плазмы. Это повышает биодоступность и создает липофильную среду. Липопротеины низкой плотности с включенным доксорубицином более эффективен, чем свободный. Микроэмульсии из сурфактанта. Нанокристаллы. Ниосомы.

#### **Тема 2. Адьюванты наноносители антигенов (нановакцины) ИСКОМ, липосомы и ТИ-комплекс (1 час)**

Высокоочищенные субъединичные антигены обладают низкой иммуногенностью. Для устранения этого недостатка применяются адьюванты. Наиболее эффективным адьювантом является наночастица иммуностимулирующего комплекса (ИСКОМ), состоящего из фосфолипидов, холестерина (Хол), сапонинов QuilA и белкового антигена.

ИСКОМ в десятки раз более эффективен, чем липосомы. Однако ТИ-комплексы на основе липидов и сапонинов из морских гидробионтов превосходят по эффективности ИСКОМ. Все эти липидные частицы являются не только адьювантами, но и носителями антигена.

#### **IV. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ**

##### **ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ (18 ЧАСОВ)**

##### **5 семестр**

**Раздел 1. Первичная структура белков, основные методы выделения и исследования белков, конформационная структура белков (6 час.)**

**Занятие 1.** Современные представления о строении белков и ферментов

**Занятие 2.** Принципы формирования вторичной структуры белков. Прионы

**Занятие 3.** Моделирование третичной и четвертичной структуры белков

**Раздел 2. Классификация и номенклатура ферментов, активные центры ферментов, ингибирование, кинетика ферментативной реакции (6 час.)**

**Занятие 4.** Понятие ферментативной активности. Кинетика ферментативных реакций

**Занятие 5.** Влияние ингибиторов и активаторов на ферментативный процесс

**Занятие 6.** Принципы классификации ферментов

**Раздел 3. Участие ферментов в основных биологических процессах клетки. (6 час.)**

**Занятие 7.** Механизмы регуляции биосинтеза ферментов в клетках

**Занятие 8.** Участие ферментов в процессах репликации ДНК

**Занятие 9.** Участие ферментов в процессах транскрипции

## **ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ (70 ЧАСОВ)**

### **5 семестр (34 часа)**

#### **Занятие №1. Структура ферментов (6 часов)**

1. Знакомство с первичной, вторичной, третичной и четвертичной структурой белков по данным, полученным из Интернета. Моделирование третичной и четвертичной структуры белков.

2. Определение концентрации белков в растворе (методы Лоури, Брэдфорда, Микробиурет, спектрофотометрический метод).

#### **Занятие №2. Методы выделения, очистки и анализа белков и ферментов (8 часов)**

1. Методы высаливания. Электрофорез белков в полиакриламидном геле. Методы хроматографии: гель-хроматография, ионообменная хроматография, аффинная хроматография. Ферменты - маркеры субклеточных фракций. Критерии чистоты ферментов.

2. Методы иммунохимии для определения локализации белков. Знакомство с литературой по белкам и ферментам. Вестерн-блоттинг. Принципы выбора используемых антител.

#### **Занятие №3. Ферментативная кинетика (8 часов)**

1. Отбор методик выделения белков и ферментов и определения ферментативной активности. Вывод уравнения Михаэлиса-Ментен. Физический смысл константы равновесия и константы Михаэлиса. Максимальная скорость ферментативной реакции.

2. Регуляция работы ферментов.

#### **Занятие №4. Белки и ферменты в биотехнологии (6 часов)**

Международные базы данных первичных последовательностей разных групп белков.

#### **Занятие №5. Использование ферментов в медицине (6 часов).**

## **6 семестр (36 часов)**

### **Занятие 1. Биологические наномашинны (4 час.)**

### **Занятие 2. Проблемы нанобезопасности (4 час.)**

### **Занятие 3. Липидные и липид-белковые наноконструкции и их практическое использование (8 час.)**

### **Занятие 4. Роль нанобиосенсоров в диагностике рака (2 час.)**

Наноразмерные компоненты, включенные в существующую клиническую диагностику и обнаружение, а также нанобиосенсоры продемонстрировали улучшенную чувствительность и специфичность по сравнению с традиционными подходами тестирования рака.

### **Занятие 5. Основные приоритетные направления нанобиотехнологии и их развитие в России и за рубежом (4 час.)**

### **Занятие 6. Структурные и функциональные аспекты в нанобиотехнологии и наномедицине (6 час.)**

Наноразмерные носители для доставки лекарственных препаратов и генов. Молекулы, клетки, и системы основанные на нанобиотехнологии для использования в биоаналитической технологии.

### **Занятие 7. Наногеномика в медицине (4 час.)**

Обсуждаются технологические разработки наногеномики и ее приложение к медицине. Особый акцент делается на то, что было достигнуто в области генных микрочипов.

### **Занятие 8. Искусственные наноструктуры, основанные на ДНК: свойства, изготовление, применение (2 час.)**

### **Занятие 9. Бионанозлектроника и наноконпьютер (2 час.)**

Фотоиндуцированный электронный транспорт в ДНК: электронные устройства на основе ДНК архитектуры. Эффективные модели для транспорта зарядов в ДНК нанопроволоке. Оптимизирующие фотоактивные белки для оптоэлектронного окружения при использовании направленной эволюции.



## V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Ферменты. Основы нанобиотехнологий» включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

### План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	На протяжении всего курса	Подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям	23 час.	Текущие вопросы и обсуждения в процессе лабораторных и практических занятий. Тестовые задания
2	На протяжении всего курса	Подготовка реферата	6 час.	Представление рефератов на занятиях
3	В конце 5 семестра	Подготовка к экзамену	27 час.	Экзамен

### Рекомендации по самостоятельной работе студентов

Самостоятельная работа включает подготовку к практическим (лабораторным) занятиям, подготовку и защиту реферата по выбранной с преподавателем теме, а также подготовку к контрольному собеседованию (зачёту и экзамену). В ходе самостоятельной работы студент осуществляет библиотечную и/или домашнюю работу с учебной литературой и

конспектом лекций, изучение основных информационных сайтов в Интернете, связанных с вопросами дисциплины. Представление реферата проходит в виде презентаций с использованием мультимедийного оборудования.

Порядок выполнения самостоятельной работы учащиеся определяют сами. При организации самостоятельной работы преподаватель должен учитывать уровень подготовки каждого студента и предвидеть трудности, которые могут возникнуть при выполнении самостоятельной работы.

Контроль результатов самостоятельной работы осуществляется в ходе проведения лабораторных работ, представления реферата, а также зачёта и экзамена.

## **Методические указания к выполнению реферата**

### **Цели и задачи реферата**

Реферат (от лат. *refero* — докладываю, сообщаю) представляет собой краткое изложение проблемы практического или теоретического характера с формулировкой определенных выводов по рассматриваемой теме. Избранная студентом проблема изучается и анализируется на основе одного или нескольких источников. В отличие от курсовой работы, представляющей собой комплексное исследование проблемы, реферат направлен на анализ одной или нескольких научных работ.

*Целями* реферата являются:

- развитие у студентов навыков поиска актуальных проблем современной белковой биохимии;
- развитие навыков краткого изложения материала с выделением лишь самых существенных моментов, необходимых для раскрытия сути проблемы;
- развитие навыков анализа изученного материала и формулирования собственных выводов по выбранному вопросу научным, грамотным языком.

*Задачами подготовки и защиты* реферата являются:

- научить студента максимально верно передать мнения авторов, на основе работ которых студент готовит свой реферат;
- научить студента грамотно излагать свою позицию по анализируемой в реферате проблеме;
- подготовить студента к дальнейшему участию в научно – практических конференциях, семинарах и конкурсах;
- помочь студенту определиться с интересующей его темой, дальнейшее раскрытие которой возможно осуществить при написании курсовой работы или диплома;
- уяснить для себя и изложить причины своего согласия (несогласия) с мнением того или иного автора по данной проблеме.

### **Основные требования к содержанию реферата**

Студент должен использовать только те материалы (научные статьи, монографии, пособия), которые имеют прямое отношение к избранной им теме. Не допускаются отстраненные рассуждения, не связанные с анализируемой проблемой. Содержание реферата должно быть конкретным, исследоваться должна только одна проблема (допускается несколько, только если они взаимосвязаны). Студенту необходимо строго придерживаться логики изложения (начать с определения и анализа понятий, перейти к постановке проблемы, проанализировать пути ее решения и сделать соответствующие выводы). Реферат должен заканчиваться выводами по теме.

Структура реферата включает «Введение», основную часть, «Заключение», список литературы, а также содержание и титульный лист. Титульный лист не нумеруется. Объём доклада 5-7 страниц напечатанного текста, шрифт TimesNewRoman, 14 кегль, выравнивание текста по ширине, междустрочный интервал 1,5 строки, отступ первой строки 1,25 см. На титульном листе обязательно должны быть представлены название реферата, фамилия, имя, отчество автора.

Реферат сдаётся в напечатанном виде и защищается устно с презентацией.

Общие требования к презентации:

- презентация не должна быть меньше 10 слайдов;
- первый лист – это титульный лист, на котором обязательно должны быть представлены: название проекта; фамилия, имя, отчество автора;
- следующим слайдом должно быть содержание, где представлены основные этапы (моменты) презентации; желательно, чтобы из содержания по гиперссылке можно перейти на необходимую страницу и вернуться вновь на содержание;
- дизайн-эргономические требования: сочетаемость цветов, ограниченное количество объектов на слайде, цвет текста;
- последними слайдами презентации должны быть глоссарий и список литературы.

Выступление по реферируемой теме не должно превышать 15 минут, 5 минут дополнительно отводится на вопросы по теме.

### **Порядок сдачи реферата и его оценка**

Реферат готовится студентами в течение курса дисциплины в сроки, устанавливаемые преподавателем по данной дисциплине, и сдаётся преподавателю, ведущему дисциплину.

По результатам проверки студенту выставляется определенное количество баллов, которое входит в общее количество баллов студента, набранных им в течение семестра. Реферат оценивается по 5-балльной шкале. При оценке реферата учитываются соответствие содержания выбранной теме, четкость структуры работы, умение работать с научной литературой, умение ставить проблему и анализировать ее, умение логически мыслить, владение профессиональной терминологией, грамотность изложения.

Темы рефератов и критерии оценивания реферата представлены в разделе «Фонды оценочных средств».

## VI. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Код и наименование индикатора достижения	Оценочные средства	
			текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел I. Первичная структура белков, основные методы выделения и исследования белков, конформационная структура белков	ПК-7.1 Понимает базовые достижения и методы различных областей знания	УО, ЛР, тест	
		ПК-7.2 Умеет применять достижения и методы различных областей знания и использовать междисциплинарный подход для решения научных и практических задач		
		ПК-7.3 Применяет навыки широкого междисциплинарного подхода для решения научных и практических задач		
2	Раздел 2. Классификация и номенклатура ферментов, активные центры ферментов, ингибирование, кинетика ферментативной реакции	ПК-7.1 Понимает базовые достижения и методы различных областей знания	УО, ЛР, тест	УО по вопр. к экзамену
		ПК-7.2 Умеет применять достижения и методы различных областей знания и использовать междисциплинарный подход для решения научных и практических задач		
		ПК-7.3 Применяет навыки широкого междисциплинарного подхода для решения научных и практических задач		
3	Раздел 3. Участие ферментов в основных биологических процессах клетки	ПК-7.1 Понимает базовые достижения и методы различных областей знания	УО, ЛР, тест, реферат	
		ПК-7.2 Умеет применять достижения и методы различных областей знания и использовать междисциплинарный подход для решения научных и практических задач		
		ПК-7.3 Применяет навыки широкого междисциплинарного подхода для решения научных и практических задач		

4	Раздел 4. Предмет и задачи нанобиотехнологии	ПК-4.1 Понимает основы нанобиотехнологии и молекулярной биологии, необходимые для вхождения в профессиональное поле разработки инновационных технологий	УО, реферат	ЛР,		
		ПК-4.2 Умеет использовать знания основ нанобиотехнологии и молекулярной биологии для вхождения в профессиональное поле разработки инновационных технологий				
5	Раздел 5. Основы нанотехнологии	ПК-4.1 Понимает основы нанобиотехнологии и молекулярной биологии, необходимые для вхождения в профессиональное поле разработки инновационных технологий	УО, реферат	ЛР,	УО вопросам зачету	по к
		ПК-4.2 Умеет использовать знания основ нанобиотехнологии и молекулярной биологии для вхождения в профессиональное поле разработки инновационных технологий				
6	Раздел 6. История развития нанотехнологии	ПК-7.1 Понимает базовые достижения и методы различных областей знания	УО, реферат	ЛР,		
		ПК-7.2 Умеет применять достижения и методы различных областей знания и использовать междисциплинарный подход для решения научных и практических задач				
		ПК-7.3 Применяет навыки широкого междисциплинарного подхода для решения научных и практических задач				
7	Раздел 7. Нанотехнологические методы и приборы	ПК-4.1 Понимает основы нанобиотехнологии и молекулярной биологии, необходимые для вхождения в	УО, реферат	ЛР,		

		<p>профессиональное поле разработки инновационных технологий</p> <p>ПК-4.2 Умеет использовать знания основ нанобиотехнологии и молекулярной биологии для вхождения в профессиональное поле разработки инновационных технологий</p>		
8	Раздел 8. Продукты нанотехнологии	<p>ПК-4.1 Понимает основы нанобиотехнологии и молекулярной биологии, необходимые для вхождения в профессиональное поле разработки инновационных технологий</p> <p>ПК-4.2 Умеет использовать знания основ нанобиотехнологии и молекулярной биологии для вхождения в профессиональное поле разработки инновационных технологий</p>	УО, реферат	ЛР,
9	Раздел 9. Наноматериалы	<p>ПК-4.1 Понимает основы нанобиотехнологии и молекулярной биологии, необходимые для вхождения в профессиональное поле разработки инновационных технологий</p> <p>ПК-4.2 Умеет использовать знания основ нанобиотехнологии и молекулярной биологии для вхождения в профессиональное поле разработки инновационных технологий</p>	УО, реферат	ЛР,
10	Раздел 10. Приоритетные направления нанобиотехнологии	<p>ПК-7.1 Понимает базовые достижения и методы различных областей знания</p> <p>ПК-7.2 Умеет применять достижения и методы различных областей знания и использовать междисциплинарный подход для решения научных и практических задач</p> <p>ПК-7.3 Применяет навыки широкого междисциплинарного подхода для решения научных и практических задач</p>	УО, реферат	ЛР,

11	Раздел 11. Наноконтейнеры и наноносители	ПК-4.1 Понимает основы нанобиотехнологии и молекулярной биологии, необходимые для вхождения в профессиональное поле разработки инновационных технологий	УО, ЛР, реферат	
		ПК-4.2 Умеет использовать знания основ нанобиотехнологии и молекулярной биологии для вхождения в профессиональное поле разработки инновационных технологий		

УО – устный опрос, ЛР – лабораторные работы

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в разделе «Фонд оценочных средств».

## VII. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основная литература

1. Головин Ю. И. Наномир без формул Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. 543 с. Access:  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:668185&theme=FEFU>
2. В. К. Плакунов, Ю. А. Николаев. Основы динамической биохимии: учебное пособие для вузов Москва : Логос, 2010. 213 с. Access:  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:779785&theme=FEFU>
3. Плакунов В.К. Основы энзимологии М.: Логос, 2011. 127 с. Access:  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=IPRbooks:IPRbooks-70702&theme=FEFU>
4. Алексеев В.И., Каминский В.А. Прикладная молекулярная биология: учебное пособие для вузов. Владивосток. Дальрыбвтуз, 2011, 238 с. Через о. Русский. 577(075.8) А 471
5. Галимова М.Х. Ферментативная кинетика: Справочник по механизмам реакций. М.: Логос. 2007. 320 с.



6. Льюин Бенджамин. Гены (GenesIX). (пер. с англ. А. Л. Гинцбурга и др.). 2011. 896 с. (Серия – лучший зарубежный учебник). Каталог НБ ДВФУ. Доступен только в читальном зале.

7. Браун Т.А. Геномы. (Институт компьютерных исследований. Ижевск. 2011). 944 с.

8. Василенко Ю.К. Биологическая химия: Учебн. пособие для ВУЗов. М.: Мед-Пресс-информ, 2011. 431 с. Каталог НБ ДВФУ. ЕКВ ауд.402 учебная (26 доступно)

9. Биохимия: Руководство к практическим занятиям: учебное пособие (Н. Н. Чернов, Т. Т. Березов, С. С. Буробина и др.) под редакцией Н.Н. Чернова. М. 2009. 233 с. Каталог НБ ДВФУ. Абонемент школы биомедицины ДВФУ (6 из 10 экземпляров доступны).

### **Дополнительная литература**

1. Головин Ю. И. Введение в нанотехнику. — М.: Машиностроение, 2007.
2. Гусев А. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. — М.: Физматлит, 2007.
3. Наноматериалы. Нанотехнологии. Наносистемная техника. — М.: Техносфера, 2006.
4. Пул-мл., Ч., Оуэнс, Ф. Нанотехнологии. 3-е издание. — М.: Техносфера, 2007  
Румянцев, Е.В., Антипа, Е.В., Чистяков, Ю.В. Химические основы жизни.- М.: Химия, КолоС, 2007.- 560с.
5. Эпигенетика (под редакцией С.М. Закияна, В.В. Власова, Е.В. Дементьевой). 2012. Новосибирск. Изд-во СО РАН.

## **VIII. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

На изучение дисциплины отводится 78 часов аудиторных занятий. На лекциях преподаватель объясняет теоретический материал, который является основой курса данной дисциплины, вводит основные понятия, приводит примеры. Необходимо поддерживать непрерывный контакт с аудиторией, отвечать на возникающие у студентов вопросы. На лабораторных занятиях студенты под руководством преподавателя выполняют лабораторные работы,

а также разбирают некоторые темы в ходе семинарских обсуждений, решают тесты. Студентам также предлагается работать самостоятельно, готовясь к лабораторным занятиям и выполняя написание реферата по выбранной теме. Преподаватель контролирует работу студентов, отвечает на возникающие вопросы.

## **IX. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Перечень материально-технического и программного обеспечения дисциплины приведен в таблице.

### **Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины**

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
<p>690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус L, ауд. L 822. Учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации</p>	<p>Помещение укомплектовано специализированной учебной мебелью (посадочных мест – 16) Оборудование: микроскопы, рефрактометр, спектрофотометр, ноутбук, проектор. Доска аудиторная.</p>	

Учебная лекционная аудитория с мультимедийным проектором и экраном для презентаций докладов.

Микроскоп Аксиоскоп 40, Автоматический дифференциальный сканирующий микрокалориметр ДСМ-3А, Изотермический титрационный калориметр VP-ITC, фирмы “Micro- calc” США, Микрокалориметр Скал-1 в комплекте с ЗИП, Роторный вакуумный испаритель, Прибор ДАСМ-4, Прибор дифференциальный ДСМ-2М. ПК с программным обеспечением (пакеты программ для различных типов моделирования). Схема, иллюстрирующая основные принципы формирования вторичной структуры белков. Номенклатура ферментов. Компьютерная база данных в Интернете.

## **Х. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

### **ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ**

Для дисциплины «Ферменты. Основы нанобиотехнологий» используются следующие оценочные средства:

Устный опрос:

1. Собеседование (УО-1)
2. Презентация / сообщение (УО-3)

Письменные работы:

1. Лабораторная работа (ПР-6)
2. Тест (ПР-1)
3. Реферат (ПР-4)

#### **Устный опрос**

Устный опрос позволяет оценить знания и кругозор студента, умение логически построить ответ, владение монологической речью и иные коммуникативные навыки.

Обучающая функция состоит в выявлении деталей, которые по каким-то причинам оказались недостаточно осмысленными в ходе учебных занятий и при подготовке к зачёту.

Собеседование (УО-1) – средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

Презентация / сообщение (УО-3) – продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы.

## **Письменные работы**

Письменный ответ приучает к точности, лаконичности, связности изложения мысли. Письменная проверка используется во всех видах контроля и осуществляется как в аудиторной, так и во внеаудиторной работе.

Лабораторная работа (ПР-6) – средство для закрепления и практического освоения материала по определенному разделу.

Тест (ПР-1) – система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

Реферат (ПР-4) представляет собой краткое изложение в письменном виде или в форме публичного доклада содержания научного труда или трудов специалистов по избранной теме, обзор литературы определенного направления. Его задача – обобщить достигнутое другими, самостоятельно изложить проблему на базе фактов, почерпнутых из литературы.

## **Тематика рефератов**

### **Тема 1. Белки, принимающие участие в регуляции деления клеток.**

Характеристика различных белков и ферментов, выполняющих важные биологические функции в регуляции деления клеток, иммунитета и в злокачественной трансформации.

### **Тема 2. Белки, принимающие участие в биологической подвижности.**

Характеристика белков, имеющих сложную третичную или четвертичную структуру, выполняющих функции транспорта, сокращения или участвующих в биологической подвижности.

### **Тема 3. Биосинтез сложных биологически активных веществ.**

Характеристика ферментов, участвующих в биосинтезе белка.  
Характеристика ферментов, участвующих в синтезе нуклеиновых кислот.

### **Тема 4. Нанобиоматериалы на основе белков и пептидов**

Наноструктуры на основе белков и пептидов. Принципы образования белковых комплексов. Олигомеризация и агрегация белков. Примеры природных супрамолекулярных белковых ансамблей. Инженерия наноструктур заданной архитектуры на основе белков и пептидов.

Белковые капсулы и их применение. Капсулы на основе ферритина; шаперонов; вирусных капсидов. Использование в качестве реакторов для синтеза небелковых наноматериалов; в качестве контейнеров для доставки лекарств. Направленная модификация капсул. Другие белковые наносистемы и их применение. Филаменты цитоскелета. Пептидные нанотрубки. S-слои. Использование в качестве одномерных и двумерных матриц для самоорганизации нанообъектов. Гибридные наноматериалы с участием белков и пептидов. Природные нанокompозитные системы (костная ткань, соединительная ткань). Синтетические гибридные наноматериалы на основе белков и пептидов. Возможности использования в медицине и технике.

Эластомерные белки и возможности их использования в наномеханике. Модульные белки в природе. Титин, фибронектин. Строение и механические свойства. Механосенсорные системы. Инженерия модульных белков с заданными свойствами.

## **Тема 5. Самособирающиеся наноструктуры на основе нуклеиновых кислот**

Нуклеиновые кислоты (НК). Принципы структурной организации.

Триплексы. Квадруплексы. Катенаны. Особенности структурной организации РНК: двутяжевые РНК, вторичная и третичная структура однотяжевых РНК. Неканонические взаимодействия. Шпильки, псевдоузлы, структурированные петли, молнии. Аптамеры. Методы синтеза НК. Методы определения последовательности НК: сиквенс по Сенгеру, по М.-Гилберту. Методы получения информации о структуре НК. Структурная ДНК-нанотехнология. Перекрест молекулы ДНК. Двухмерные поверхности. Сетки на основе ДНК-множеств: DX множества: дизайн и самосборка плоских кристаллов ДНК, модификации поверхности. ДНК нанотрубки: дизайн и

характеристика, сравнение преимуществ и недостатков по отношению к углеродным нанотрубкам. Гибридные материалы.

Материалы с пространственной организацией. Другие множества: на основе трех, шести угольников, возможность получения трехмерных материалов. ДНК-оригами, а именно создание поверхности из одной нити НК, модулированной короткими НК. ДНК полиэдры.

ДНК наномеханические устройства (ДНК-нанороботехника). Устройства на основе «молекулярных пинцетов». Основа волнообразного движения. Виды топлива ДНК-нанороботов: свето-, рН-зависимые и температурно-зависимые системы. Контроллеры на основе ДНК: принцип работы. Первые «компьютеры» на их основе. Функциональная ДНК-нанотехнология. ДНКзимы. Общие определения и свойства. Принципы создания материалов с использованием ДНКзимов. Молекулярные моторы и другие устройства на основе ДНКзимов. Рибозимы и их возможное использование.

#### **Тема 6. Наноструктуры на основе поверхностно-активных веществ и липидов**

Способы получения наноматериалов на основе самособирающихся структур из поверхностно-активных веществ (липидов) и биокатализаторов, особенности функционирования ферментов, задаваемые наличием матриц наноразмеров.

#### **Тема 7. Наноструктуры биологической мембраны**

Наноструктуры биологической мембраны: липидные (монослой, бислой), белковые (в т.ч. рецепторы, каналы, АТФазы), особенности фазовых переходов в мембранных системах, особенности наноструктур, лежащих в основе электрических и рецепторных свойств клетки.

#### **Тема 8. Синтез наноструктур с помощью вирусов и микроорганизмов**

Использование вирусов для наноконструирования: химическая и генетическая модификация вирусов и вирусоподобных частиц, синтез

гибридных наноматериалов на основе вирусных частиц. Обсуждаются виды микроорганизмов, способных к синтезу наноматериалов, вопросы практического применения наноматериалов, синтезированных в живых организмах.

Модификация микроорганизмов для синтеза наноматериалов. Синтез полупроводниковых материалов в генетически измененных микроорганизмах.

Использование модифицированных бактерий для доставки наноматериалов в живую клетку. Практическое применение наноматериалов, синтезированных в живых организмах.

### **Критерии оценки реферата**

Оценка 5 ставится, если выполнены все требования к написанию и защите реферата: обозначена проблема и обоснована её актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны правильные ответы на дополнительные вопросы.

Оценка 4 – основные требования к реферату и его защите выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объём реферата; имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы при защите даны неполные ответы.

Оценка 3 – имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности: тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата или при ответе на дополнительные вопросы; во время защиты отсутствует вывод.

Оценка 2 – тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы либо реферат студентом не представлен.

## Примерные варианты тестовых заданий по курсу для проверки качества знаний:

### Тест 1 по теме «Белки. Структура, свойства, функции»

1) Сравните растворимость трех пентапептидов при  $pH=7$ . Расположите их в порядке возрастания гидрофильных свойств:

- 1) лей – фен – иле – гли – вал;
- 2) глу – асп – сер – фен – иле.
- 3) арг – лиз – тре – гис – цис.

2) Расположите элементы структуры белковой молекулы в той последовательности, в которой они возникают при синтезе белка и формировании его нативной конформации.

1. Объединение протомеров в олигомерный белок.
2. Формирование  $\alpha$ -спиралей и  $\beta$ -складчатых участков.
3. Образование пептидных связей.
4. Образование гидрофобных, водородных и ионных связей между радикалами аминокислот.

3) Напишите структурную формулу пентапептида следующего строения:  
Гис – Глу - Про – Фен – Сер.

4) Какие свойства белка обусловлены наличием в их структуре карбокси- и аминогрупп?

1. гидрофильность и агрегативная неустойчивость;
2. термолабильность и растворимость;
3. способность к электрофорезу и реакциям осаждения;
4. амфотерность и способность к электрофорезу.

5) Выберите, какой метод применяют для изучения первичной структуры белка:

1. хроматографии;
2. рентгеноструктурного анализа;
3. определение коэффициента поступательного трения;
4. определение характеристической вязкости.

6) Какова особенность кислых белков?

1. преобладание дикарбоновых аминокислот;
2. равное соотношение диамино- и дикарбоновых аминокислот;



3. преобладание диаминомонокарбоновых кислот;
4. белок состоит из моноамино- и монокарбоновых кислот.

7) Что характерно для белков:

1. амфотерные свойства;
2. отсутствие специфической молекулярной организации;
3. сохранение структуры молекулы при кипячении;
4. неспособность кристаллизоваться.

8) Вторичная структура – это:

1. альфа-спираль, бета-складчатость и аморфные участки
2. конфигурация полипептидной цепи;
3. образование протомера;
4. способ взаимодействия нескольких протомеров в пространстве.

9) Третичная структура белка – это высшая степень организации для:

1. олигомерных белков;
2. мономерных белков;
3. доменных белков.

10) Связи, стабилизирующие  $\alpha$ -спираль:

1. водородные;
2. гидрофобные;
3. пептидные;
4. ионные

11) Четвертичная структура – это:

1. пространственная укладка протомера;
2. пространственная укладка нескольких протомеров;
3.  $\alpha$ -спираль и  $\beta$ -структура;
4. образование доменов.

12) Изоэлектрическая точка гемоглобина равна 6,8. Куда мигрирует данный белок в среде с

pH=3,0 при электрофорезе?

1. мигрирует к катоду;
2. остается на линии старта;
3. образует биполярный ион;
4. мигрирует к аноду.

## ЗАЧЕТНО-ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

### Вопросы к экзамену

1. Историческое развитие представлений о химическом строении, свойствах и функционировании белков. Предпосылки и постулаты пептидной теории строения белков. Альтернативные гипотезы строения белков. Сравнение физико-химических процессов в живой и неживой природе, химическом производстве.

2. Современные представления о строении белков. Первичная, вторичная, третичная и четвертичная структура белков. Первичная структура. Аминокислоты. Их строение. Роль аминокислот в определении структуры и функции белков. Определение аминокислотного состава. Представление о расшифровке последовательности чередования аминокислот в белках. Методы N- и C-концевого анализа. Современное состояние исследований по расшифровке первичной структуры белков.

3. Принципы формирования вторичной структуры белков. Канонические конформации полипептидной цепи. Нарушения формирования вторичной структуры. Определение степени регулярности структуры. Альфа-спиральная конфигурация полипептидной цепи. Бета-структура, ее характеристика и наличие в белках. Спиральная конфигурация полипептидной цепи в белках группы коллагена.

4. Прионы – новый класс инфекционных агентов. Свойства, структура. Прионные болезни. Размножение прионов в клетке.

5. Моделирование третичной структуры белков. Доменная организация белков и ферментов, типы доменных структур. Классификация белков по типу формирования третичной структуры. Денатурация белков.

6. Четвертичная структура белков. Субъединица и протомер. Физико-химические методы исследования четвертичной структуры.

7. Методы выделения и очистки белков. Ферменты-маркеры субклеточных фракций. Критерии чистоты белков и ферментов.

8. Понятие ферментативной активности. Стандартная единица активности, удельная и молекулярная активность, число оборотов фермента, активность каталитического центра. Методы определения активности ферментов.

9. Кинетика ферментативных реакций. Равновесное и стационарное состояния. Фермент-субстратный комплекс.

10. Зависимость скорости ферментативной реакции от концентрации субстрата. Вывод уравнения Михаэлиса-Ментен. Константа равновесия и константа Михаэлиса.

11. Случаи ингибирования ферментативной активности избытком субстрата.

12. Причины аномальной зависимости скорости реакции, катализируемой ферментом, от его концентрации.

13. Влияние ингибиторов и активаторов на ферментативный процесс. Обратимое и необратимое ингибирование. Конкурентное, неконкурентное, смешанное и бесконкурентное ингибирование, графические методы их выявления. Необходимые и несущественные активаторы.

14. Механизмы действия ферментов. Активация и структура активного центра, его работа на примере ряда ферментов. Стереоспецифичность фермента. Общее представление об активных участках ферментов (каталитические, субстрат-связывающие, аллостерические). Гипотеза индуцированного соответствия. Многоферментные комплексы.

15. Принципы классификации ферментов. Номенклатура ферментов. Шифр фермента, общепринятые тривиальные и рациональные названия ферментов.

16. Регулирование активности ферментов в организме. Процессинг. Эндогенные ингибиторы белковой природы. Регулирование в цепи реакции с помощью метаболитов. Отрицательная и положительная обратная связь. Аллостерическое действие и кооперативность.

17. Регуляция активности ферментов за счет изменения белок-белковых взаимодействий.

18. Роль коферментов и кофакторов в функционировании ферментов. Витамины. Сорбция ферментов на субклеточных структурах.

19. Механизм регуляции биосинтеза ферментов в клетках. Конститутивные и адаптивные, репрессируемые и индуцируемые ферменты. Корепрессоры.. Механизмы индукции и репрессии.

20. Отдельные представители белков. Простые и сложные белки. Миозин - фермент и структурный белок. Тропомиозин-тропоминовый комплекс. Белки-шапероны.

21. ДНК-полимеразы про- и эукариот. Редупликация. Репарация. Репликон. Механизм редупликации. Топоизомеразы. Теломераза.

22. РНК-полимеразы. Механизм транскрипции. Процессинг РНК. Полиаденилирование. Информоферы. Информосомы. Транскрипция в митохондриях.

23. Ревертазы. Обратная транскрипция. Механизм. Особая роль тРНК. Примеры РНК-содержащих вирусов. Онкогены. Продукты онкогенов – фосфотирозинкиназы. Их работа, белки-мишени.

24. Биосинтез белка. Структура и функционирование рибосом. Механизм трансляции. Аминоацил-тРНК-синтетазы.

### **Вопросы к зачету**

1. Определение и основные перспективные направления нанобиотехнологии.

2. История развития нанотехнологии и нанобиотехнологии, их междисциплинарный характер.

3. Наносистемы, методы исследования и конструирования («снизу вверх» и «сверху вниз»). Квантовые точки, ассемблеры.

4. Особенности организации и свойств наносистем.

5. Структурно-функциональные аспекты нанобиотехнологии.

6. Особенности взаимодействий в наносистемах.
7. Наномедицина и ее направления.
8. Медицинская диагностика на основе наноустройств.
9. Системы адресной доставки лекарств.
10. Наночастицы как лекарственные препараты.
11. Наноносители и нановакцины.
12. Медицинские нанороботы.
13. Молекулярные детекторы на основе нанопор.
14. Самовоспроизводящиеся геномы.
15. Биосовместимые наноматериалы.
16. Ферменты как объект нанотехнологий.
17. Биосенсоры, биочипы и наносенсоры.
18. Липидные, белковые (наношаперонины) и липид-белковые наноструктуры.
19. Жидкие кристаллы и их использование в наноконструировании
20. Применение вирусных частиц в нанобиотехнологиях.
21. Биологические наномшины.
22. Использование ДНК в нанотехнологиях. Аптамеры.
23. Использование ДНК в информационных технологиях.
24. Проблема нанобезопасности