



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

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

«СОГЛАСОВАНО»  
Руководитель ОП

(подпись)

Галышева Ю.А.  
(Ф.И.О. рук. ОП)

« 18 » сентября 2017 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой  
Биохимии, микробиологии и биотехнологии  
(название кафедры)  
Костецкий Э.Я.  
(Ф.И.О.)

(подпись)

« 18 » сентября 2017 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Ферменты. Основы нанобиотехнологий

Направление подготовки 06.03.01 Биология

Профиль «Молекулярно-клеточные системы и биотехнологии»

Форма подготовки очная

курс 3 семестр 5,6

лекции 18/17 час.

практические занятия 18/34 час.

лабораторные работы 36/17

в том числе с использованием МАО лек. 9/6 / пр. 0/9 / лаб. 18/9 час.

в том числе в электронной форме лек.      / пр.      / лаб.      час.

всего часов аудиторной нагрузки 140 час.

в том числе с использованием МАО 51 час.

в том числе в электронной форме      час.

самостоятельная работа 9/40 час.

в том числе на подготовку к экзамену 27/0 час.

контрольные работы (количество) нет

курсовая работа / курсовой проект      семестр

зачет 6 семестр

экзамен 5 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта, самостоятельно устанавливаемого ДВФУ, утвержденного приказом от 07.07.2015 № 12-13-1282

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры биохимии, микробиологии и биотехнологии  
протокол № 21 от « 16 » июня 2017 г.

Заведующий кафедрой: д.б.н., профессор Э.Я. Костецкий

Составитель: к.б.н., доцент Чопенко Н.С.

**Оборотная сторона титульного листа РПУД**

**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)

## ABSTRACT

**Bachelor's degree in 06.03.01 Biology**

**Study profile** Molecular Cell Systems and Biotechnology

**Course title:** Enzymes. Fundamentals of nanobiotechnology

**Variable part of Block,** 6 credits

**Instructor:** Chopenko N.S.

**At the beginning of the course a student should be able to:** Readiness to perform standard basic procedures for providing individual and group organization. Readiness to apply the basic knowledge of biological sciences, obtained in the previous level of education.

### **Learning outcomes:**

GPC-5 The ability to apply knowledge of the principles of cellular organization of biological objects, biophysical and biochemical bases, membrane processes and molecular mechanisms.

GPC-11 The ability to apply modern ideas about the basics of biotechnological and biomedical industries, genetic engineering, nanobiotechnology, molecular modeling.

PC-4 The ability to master the skills and knowledge of the fundamentals of nanobiotechnology for entering the professional field of developing innovative technologies.

PC-9 The ability to apply the achievements and methods of various fields of knowledge and use an interdisciplinary approach to solve scientific and practical problems

**Course description:** The main goal of this course is the formation of basic knowledge about the kinetics of enzymatic processes; regularities in the formation of protein structures; principles of organization and structure of active enzyme centers; conformational theory of the catalytic process. The content of the discipline covers the range of issues facing a new and rapidly developing field of knowledge that emerged at the junction of biotechnology and nanotechnology, reveals the fundamental principles, methods and prospects for the development of nanobiotechnology.

### **Main course literature:**

1. Golovin Yu. I. Nanomir without formulas Moscow: BINOM. Knowledge lab, 2012.543 p. Access:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:668185&theme=FEFU>

2. Plakunov VK, Nikolaev Yu. A. Fundamentals of Dynamic Biochemistry: A Textbook for Universities Moscow: Logos, 2010. 213 p. Access:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:779785&theme=FEFU>

3. Plakunov V.K. Fundamentals of Enzymology M .: Logos, 2011. 127 p.

Access: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=IPRbooks:IPRbooks-70702&theme=FEFU>

**Form of final control:** exam - 5 semester, pass-fail exam - 6 semester

## **Аннотация к рабочей программе дисциплины «Ферменты. Основы нанобиотехнологий»**

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов. Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (35 часов) лабораторные работы (63 часа) и практические занятия (52 часа), самостоятельная работа (76 часов). Дисциплина реализуется на 3 курсе в 5 и 6 -м семестрах.

Дисциплина «Ферменты. Основы нанобиотехнологий» входит в вариативную часть (Б1.В) блока дисциплин по выбору (Б1.В.ДВ.3.2).

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 и гистология», «Биохимия и молекулярная биология».

**Цель** освоения дисциплины «Ферменты. Основы нанобиотехнологий» - 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 и;
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.

Для успешного изучения дисциплины «Ферменты. Основы нанобиотехнологий» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

ОК-14 Способность к самоорганизации и самообразованию

ОПК-2 Способность использовать экологическую грамотность и базовые знания в области физики, химии, наук о Земле и биологии в жизненных ситуациях; прогнозировать последствия своей профессиональной деятельности.

ОПК-4 Способность применять принципы структурной и функциональной организации биологических объектов и знание механизмов гомеостатической регуляции; владеть основными физиологическими.

Планируемые результаты обучения по данной дисциплине (знания, умения, владения), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, характеризуют этапы формирования следующих компетенций (общекультурные/ общепрофессиональные/ профессиональные компетенции (элементы компетенций)):

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-5: способность применять знание принципов клеточной организации биологических объектов, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности	Знает	современные проблемы биологии и фундаментальные биологические представления в сфере профессиональной деятельности для постановки и решения новых задач.
	Умеет	использовать фундаментальные биологические представления в сфере профессиональной деятельности для постановки и решения новых задач.
	Владеет	навыками использования фундаментальных биологических представлений в сфере профессиональной деятельности для постановки и решения новых задач
ОПК-11: способностью применять современные представления об основах биотехнологических и биомедицинских производств, генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования	Знает	современные представления об основах биотехнологических и биомедицинских производств, генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования
	Умеет	Применять на практике современные представления об основах биотехнологических и биомедицинских производств, генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования
	Владеет	Применяет на практике знания об основах биотехнологических и биомедицинских производств, генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования
ПК-4: способностью овладеть навыками и знаниями основ нанобиотехнологии для вхождения в профессиональное поле разработки инновационных технологий	Знает	Основы энзимологии и нанобиотехнологий
	Умеет	использовать знания основ нанобиотехнологии для разработки инновационных технологий
	Владеет	навыками работы с современной аппаратурой для энзимологии и нанобиотехнологии
ПК-9: способностью	Знает	основные достижения и методы энзимологии и нанобиотехнологии

применять достижения и методы различных областей знания и использовать междисциплинарный подход для решения научных и практических задач	Умеет	применять знания смежных дисциплин для решения научных и практических задач в области нанобиотехнологий
	Владеет	навыками применения междисциплинарного подхода в анализе биологических исследований для решения научных и практических задач в области энзимологии и нанобиотехнологии

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Ферменты. Основы нанобиотехнологий» применяются следующие методы активного обучения: лекции-беседы, визуализация, дискуссии по проблемным вопросам, подготовка и защита рефератов и практические занятия.

# **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

## **5 семестр**

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

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

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 час).

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 час.).**

**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 час.)**

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

Конститутивные и адаптивные, репрессируемые 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**

**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 современной 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. Эндоздральные фуллерены и их свойства. Водорастворимые фуллерены и их применение в биологии и медицине. Нейропротекторный и противовирусный 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 *Populus tremula* в двумерные решетки. Использование рекомбинантного белка SP1, конъюгированного с ферментом для образования мультиферментных нанотрубок.

## **Раздел 10. Приоритетные направления нанобиотехнологии (3 часа)**

### **Тема 1. ДНК- нанотехнологии. Аптамеры (0,5 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 (0,5 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 наноносители (липосомы, археосомы, твердые липидные частицы) как биосовместимые и биodeградируемые структуры имеют явные преимущества по сравнению с остальными наноносителями.

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 эффективны, 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 являются наночастицы иммуностимулирующего комплекса (ИСКОМ), состоящего из фосфолипидов, холестерина (Хол), сапонинов Quil A 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 адъювантами, но и носителями антигена.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

### **ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ**

#### **5 семестр (18 часов)**

**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 (1 часа)

**Занятие 2.** Принципы формирования вторичной структуры белков. Прионы (2 час).

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

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

**Занятие 4.** Понятие ферментативной активности. Кинетика ферментативных реакций. (2 часа)

**Занятие 5.** Влияние ингибиторов и активаторов на ферментативный процесс (2 часа).

**Занятие 6.** Принципы классификации ферментов (2 часа).

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

**Занятие 7.** Механизмы регуляции биосинтеза ферментов в клетках (2 часа).

**Занятие 8.** Участие ферментов в процессах редупликации ДНК (2 часа).

**Занятие 9.** Участие ферментов в процессах транскрипции (2 часа).

## **6 семестр (34 часов)**

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

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

**Занятие 3. Липидные и липид-белковые наноконструкции и их практическое использование (4 час.)**

**Занятие 4. Роль нанобиосенсоров в диагностике рака. (4 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 (4 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 (2 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 (10 час.)**

## **ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ (36 час.)**

### **5 семестр (36 часов)**

**Лабораторная работа №1. Структура ферментов (8 час.)**

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

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

**Лабораторная работа №2. Методы получения и анализа белков и ферментов (8 час.)**

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.

**Лабораторная работа №3. Ферментативная кинетика (8 час.)**

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.

**Лабораторная работа №4. Белки и ферменты в биотехнологии (8 час.)**

Международные базы данных первичных последовательностей разных групп белков.

**Лабораторная работа №5. Использование ферментов в медицине (4 час).**

**6 семестр (17 часов)**

**Лабораторная работа № 1. Нанотехнологические методы и приборы (3 часа)**

1. Зондовые микроскопы
2. Лазерный нанопинцет

**Лабораторная работа № 2. Продукты нанотехнологии (3 часа)**

1. Фуллерены и Нанотрубки

2. Углеродные и пептидные нанотрубки.

3. Квантовые точки и другие наночастицы

**Лабораторная работа № 3. Наноматериалы (3 часа)**

1. ДНК- сверхрешетки

2. Шаперонины и другие белки – материал для нанотехнологии

**Лабораторная работа № 4. Методы выделения и очистки белков (3 часа)**

Методы гомогенизации и разделения белкового материала. Ферменты-маркеры субклеточных фракций. Критерии чистоты белков и ферментов.

**Лабораторная работа № 5. Методы седиментации. Методы высаливания (2 часа)**

**Лабораторная работа № 6. Методы хроматографии: гель-хроматография, ионообменная хроматография, аффинная хроматография (3 часа)**

**III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Ферменты. Основы нанобиотехнологий» представлено в Приложении 1 и 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.

**V. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА**

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация (экзамен)
1	Раздел I. Первичная	ОПК-	знает	УО, ЛР, ПЗ	УО по вопр. к

	структура белков, основные методы выделения и исследования белков, конформационная структура белков	5,11, ПК-4,9	умеет		экзамену
			владеет		
2	Раздел 2. Классификация и номенклатура ферментов, активные центры ферментов, ингибирование, кинетика ферментативной реакции	ОПК-5,11, ПК-4,9	знает	УО, ЛР, ПЗ	
			умеет		
			владеет		
3	Раздел 3. Участие ферментов в основных биологических процессах клетки	ОПК-5,11, ПК-4,9	знает	УО, ЛР, ПЗ	
			умеет		
			владеет		
4	Раздел 4. Предмет и задачи нанобиотехнологии	ОПК-5,11, ПК-4,9	знает	УО, ПЗ	
			умеет		
			владеет		
	Раздел 5. Основы нанотехнологии	ОПК-5,11, ПК-4,9	знает	УО, ПЗ	
			умеет		
			владеет		
	Раздел 6. История развития нанотехнологии	ОПК-5,11, ПК-4,9	знает	УО, ПЗ	
			умеет		
			владеет		
	Раздел 7. Нанотехнологические методы и приборы	ОПК-5,11, ПК-4,9	знает	УО, ЛР, ПЗ	
			умеет		
			владеет		
	Раздел 8. Продукты нанотехнологии	ОПК-5,11, ПК-4,9	знает	УО, ЛР, ПЗ	
			умеет		
			владеет		
	Раздел 9. Наноматериалы	ОПК-5,11, ПК-4,9	знает	УО, ЛР, ПЗ	
			умеет		
			владеет		
	Раздел 10. Приоритетные направления	ОПК-5,11, ПК-4,9	знает	УО, ЛР, ПЗ	
			умеет		

УО  
вопросам  
зачету

по  
к

	нанобиотехнологии		владеет		
	Раздел 11. Наноконтейнеры и наноносители	ОПК- 5,11, ПК-4,9	знает	УО, ЛР, ПЗ	
умеет					
владеет					

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 Приложении 2.

## **V. 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., Антина, 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.

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

### **Рекомендации по самостоятельной работе студентов**

Самостоятельная работа включает библиотечную или домашнюю работу с учебной литературой и конспектом лекций, подготовку к практическим занятиям, и контрольному собеседованию, а также изучение основных информационных сайтов в Интернете, связанных с вопросами дисциплины.

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

Порядок выполнения самостоятельной работы учащиеся определяют сами.

Контроль результатов самостоятельной работы осуществляется в ходе экзамена

### **Задания для самостоятельного выполнения**

1. Теоретико-типологический анализ подборки периодической литературы по изучаемой дисциплине.
2. Составление глоссария терминов по изучаемой дисциплине.
3. Подготовка рефератов по темам, предложенным преподавателем или самостоятельно выбранной студентом и согласованной с преподавателем. Представление реферата в виде презентаций с использованием мультимедийного оборудования.

### **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. Реферат должен быть представлен в виде презентации.

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 семестра в сроки, устанавливаемые преподавателем по конкретной дисциплине, и сдается преподавателю, ведущему дисциплину.

По результатам проверки студенту выставляется определенное количество баллов, которое входит в общее количество баллов студента, набранных им в течение семестра. 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.

### **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 температурозависимые 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 (монослои, бислои), 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.

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

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.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
ДФУ

---

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

**по дисциплине «Ферменты. Основы нанобиотехнологий»**

**Направление подготовки 06.03.01 Биология**

**Профиль «молекулярно-клеточные системы и биотехнологии»**

**Форма подготовки очная**

Владивосток  
2017

### 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 практическим занятиям	20 час.	Текущие вопросы в процессе выполнения практических и лабораторных работ. Тестовые задания
2	На протяжении всего курса	Работа над рекомендованной литературой.	29 час.	Практические занятия, Рефераты.
3	В конце 5 семестра	Подготовка к экзамену	27 час.	Экзамен



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
ДФУ

---

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
по дисциплине «Ферменты. Основы нанобиотехнологий»

**Направление подготовки 06.03.01 Биология**  
**Профиль «молекулярно-клеточные системы и биотехнологии»**  
**Форма подготовки очная**

Владивосток  
2017

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-5: способность применять знание принципов клеточной организации биологических объектов, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности	Знает	современные проблемы биологии и фундаментальные биологические представления в сфере профессиональной деятельности для постановки и решения новых задач.
	Умеет	использовать фундаментальные биологические представления в сфере профессиональной деятельности для постановки и решения новых задач.
	Владеет	навыками использования фундаментальных биологических представлений в сфере профессиональной деятельности для постановки и решения новых задач
ОПК-11: способностью применять современные представления об основах биотехнологических и биомедицинских производств, генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования	Знает	современные представления об основах биотехнологических и биомедицинских производств, генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования
	Умеет	Применять на практике современные представления об основах биотехнологических и биомедицинских производств, генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования
	Владеет	Применяет на практике знания об основах биотехнологических и биомедицинских производств, генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования
ПК-4: способностью овладеть навыками и знаниями основ нанобиотехнологии для вхождения в профессиональное поле разработки инновационных технологий	Знает	Основы энзимологии и нанобиотехнологий
	Умеет	использовать знания основ нанобиотехнологии для разработки инновационных технологий
	Владеет	навыками работы с современной аппаратурой для энзимологии и нанобиотехнологии
ПК-9: способностью применять достижения и методы различных областей знания и использовать междисциплинарный подход для решения научных и практических задач	Знает	основные достижения и методы энзимологии и нанобиотехнологии
	Умеет	применять знания смежных дисциплин для решения научных и практических задач в области нанобиотехнологий
	Владеет	навыками применения междисциплинарного подхода в анализе биологических исследований для решения научных и практических задач в области энзимологии и нанобиотехнологии

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства - наименование		
			текущий контроль	промежуточная аттестация (экзамен)	
1	Раздел 1. Первичная структура белков, основные методы выделения и исследования белков, конформационная структура белков	ОПК-5,11, ПК-4,9	знает	УО, ЛР	УО по вопр. к экзамену
			умеет		
			владеет		
2	Раздел 2. Классификация и номенклатура ферментов, активные центры ферментов, ингибирование, кинетика ферментативной реакции	ОПК-5,11, ПК-4,9	знает	УО, ЛР	
			умеет		
			владеет		
3	Раздел 3. Участие ферментов в основных биологических процессах клетки	ОПК-5,11, ПК-4,9	знает	УО, ЛР	
			умеет		
			владеет		
4	Раздел 4. Предмет и задачи нанобиотехнологии	ОПК-5,11, ПК-4,9	знает	УО	
			умеет		
			владеет		
	Раздел 5. Основы нанотехнологии	ОПК-5,11, ПК-4,9	знает	УО	
			умеет		
			владеет		
	Раздел 6. История развития нанотехнологии	ОПК-5,11, ПК-4,9	знает	УО	УО по вопросам зачету по к
			умеет		
			владеет		
	Раздел 7. Нанотехнологические методы и приборы	ОПК-5,11, ПК-4,9	знает	УО, ЛР, ПЗ	
			умеет		
			владеет		
	Раздел 8. Продукты нанотехнологии	ОПК-5,11, ПК-4,9	знает	УО, ЛР, ПЗ	
			умеет		
			владеет		
	Раздел 9.	ОПК-	знает	УО, ЛР, ПЗ	

	Наноматериалы	5,11, ПК-4,9	умеет владеет		
	Раздел 10. Приоритетные направления нанобиотехнологии	ОПК- 5,11, ПК-4,9	знает умеет владеет	УО, ЛР, ПЗ	
	Раздел 11. Наноконтейнеры и наноносители	ОПК- 5,11, ПК-4,9	знает умеет владеет	УО, ЛР, ПЗ	

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
ОПК-5: способность применять знание принципов клеточной организации биологических объектов, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельнос ти	Знает	современные проблемы биологии и фундаментальн ые биологические представления в сфере профессиональн ой деятельности для постановки и решения новых задач.	Знание особенностей принципов клеточной организации биологических объектов, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельнос ти	способность проанализироват ь и подобрать подходящий метод для исследований, с учетом особенностей строение и функционирован ия биологического объекта
	Умеет	использовать фундаментальн ые биологические представления в сфере профессиональн ой деятельности для постановки и решения новых задач.	Умение с учетом знаний о клеточной организации и биофизических и биохимических основ грамотно подобрать наиболее подходящий гистологический , цитологический, биохимический или/и генетический метод исследований	способность применять на практике знания о принципах клеточной организации биологическ объектов, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельнос ти.

	Владеет	навыками использования фундаментальных биологических представлений в сфере профессиональной деятельности для постановки и решения новых задач	Владение навыками проведения гистологических, цитологических, биохимических и генетических методов	Способность провести исследование с использованием современных гистологических, цитологических, биохимических и генетических методов
ОПК-11: способностью применять современные представления об основах биотехнологических и биомедицинских производств, генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования	Знает	современные представления об основах биотехнологических и биомедицинских производств, генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования	Знает современные представления об основах биотехнологических и биомедицинских производств, генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования	Осваивается не менее 1/2 данных
	Умеет	Применять на практике современные представления об основах биотехнологических и биомедицинских производств, генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования	Умеет применять на практике современные представления об основах биотехнологических и биомедицинских производств, генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования	Осваивается не менее 2/3 данных
	Владеет	Применяет на практике знания об основах биотехнологических и биомедицинских производств, генной инженерии, нанобиотехноло	Умеет обосновать применение на практике определенных методов биотехнологических и биомедицинских производств,	Осваивается большая часть предложенных проблем

		гии, молекулярного моделирования	генной инженерии, нанобиотехноло гии, молекулярного моделирования	
ПК-4: способностью овладеть навыками и знаниями основ нанобиотехноло гии для вхождения в профессиональн ое поле разработки инновационных технологий	Знает	Основы энзимологии и нанобиотехноло гий	Знание основ нанобиотехноло гий, инновационных тематик в области биологии	способность охарактеризоват ь особенности применения нанобиотехноло гий для реализации биологических задач
	Умеет	использовать знания основ нанобиотехноло гии для разработки инновационных технологий	Умение использовать знания основ нанобиотехноло гии для разработки инновационных технологий	способность использовать основы нанобиотехноло гии для разработки инновационных технологий
	Владеет	навыками работы с современной аппаратурой для энзимологии и нанобиотехноло гии	Владение навыками основ нанобиотехноло гий	Способность применять на практике методы нанобиотехноло гий
ПК-9: способностью применять достижения и методы различных областей знания и использовать междисциплина рный подход для решения научных и практических задач	Знает	основные достижения и методы энзимологии и нанобиотехноло гии	Знание методов смежных дисциплин, которые могут быть использованы при проведении научных исследований в области биологии	способность рассказать о достижениях смежных дисциплин, которые могут быть использованы в биологических исследованиях
	Умеет	применять знания смежных дисциплин для решения научных и практических задач в области нанобиотехноло гий	Умение применять знания смежных дисциплин для решения научных и практических задач	способность проанализироват ь возможность применения методов смежных научных и практических задач
	Владеет	навыками применения	Владение навыками	Способность использования

		междисциплинарного подхода в анализе биологических исследований для решения научных и практических задач в области энзимологии и нанобиотехнологии	междисциплинарного подхода в анализе биологических исследований	междисциплинарного подхода в анализе биологических исследований
--	--	--	---	---

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Рекомендации по самостоятельной работе студентов**

Самостоятельная работа студентов состоит из подготовки к практическим занятиям, работы над рекомендованной литературой, подготовки презентаций и защиты рефератов, решения задач.

При организации самостоятельной работы преподаватель должен учитывать уровень подготовки каждого студента и предвидеть трудности, которые могут возникнуть при выполнении самостоятельной работы. Преподаватель дает каждому студенту индивидуальные и дифференцированные задания. Некоторые из них могут осуществляться в группе (например, подготовка доклада и презентации по одной теме могут делать несколько студентов с разделением своих обязанностей – один готовит научно-теоретическую часть, а второй проводит анализ практики).

### **Задания для самостоятельного выполнения**

4. Теоретико-типологический анализ подборки периодической литературы по изучаемой дисциплине. По проработанному материалу должны быть подготовлены 3 сообщения в семестр, которые включаются в общий рейтинг дисциплины.
5. Составление глоссария терминов по изучаемой дисциплине.

6. Подготовка реферата по теме, предложенной преподавателем или самостоятельно выбранной студентом и согласованной с преподавателем. Представление реферата в виде презентаций с использованием мультимедийного оборудования.

## **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.

Реферат должен быть представлен в виде презентации.

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 триместра в сроки, устанавливаемые преподавателем по конкретной дисциплине, и сдается преподавателю, ведущему дисциплину.

По результатам проверки студенту выставляется определенное количество баллов, которое входит в общее количество баллов студента, набранных им в течение триместра. 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.

## **Примерная 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.

## **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 ступень 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

$\text{pH}=3,0$  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-тропониновый 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. Наночастицы 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 наномашинны.
22. Использование ДНК в нанотехнологиях. Аптамеры.
23. Использование ДНК в информационных технологиях.
24. Проблема нанобезопасности