

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
 высшего профессионального образования  
**«Владимирский государственный университет**  
**имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»**  
 (ВлГУ)



УТВЕРЖДАЮ  
 Проректор по УМР  
 А.А. Панфилов

« 13 » 10 2015г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**НАНОБИОТЕХНОЛОГИИ И НАНОБЕЗОПАСНОСТЬ**

(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

Направление подготовки 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника  
 Профиль/программа подготовки Инженерно-физические технологии в nanoиндустрии  
 Уровень высшего образования магистратура  
 Форма обучения очная

Семестр	Трудоем- кость зач. ед, час.	Лек- ций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
1	4, 144 ч	18		36	54	Экзамен (36 часов)
<b>Итого</b>	<b>4, 144 ч</b>	<b>18</b>		<b>36</b>	<b>54</b>	<b>Экзамен (36 часов)</b>

Владимир, 2015

## **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Курс предназначен для студентов, обучающихся по направлению 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника.

Целью курса «Нанобиотехнологии и нанобезопасность» является ознакомление обучающихся с тенденциями и последними достижениями в области биологических наук, а также с одним из наиболее интенсивно развивающихся направлений – нанобиотехнологией. Курс ориентирован на формирование у студентов навыков и умений аналитической деятельности в данной области.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО**

Курс входит в вариативную часть базового блока дисциплин – Б1.В.ОД.1.

## **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие компетенции:

- способностью понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения (ОПК-1)
- готовностью формулировать цели и задачи научных исследований в области нанотехнологии и микросистемной техники, обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач (ПК-1)

В результате освоения курса обучающиеся должны:

*знать:*

- особенности современного этапа развития биологии, биохимии, биотехнологии, их связь с нанотехнологиями, наноматериалами;
- методы получения неорганических, органических и биологических наноматериалов, применяемых в биологии, медицине;
- особенности физико-химических характеристик наноматериалов, применяемых в биологии и медицине;
- возможные неблагоприятные последствия применяемых в биологии и медицине нанопродуктов и наноматериалов;
- пути и способы получения, применения наноматериалов в биологии и медицине;

*уметь:*

- проводить поиск информации по проблемам нанобиотехнологий, геномным, протеомным и метаболомным базам данных;
- анализировать литературные данные на предмет опасности и безопасности нанотехнологий и наноматериалов;

*владеть:*

- методами оценки, моделирования и визуализации пространственных структур биополимеров, наноматериалов искусственного происхождения.

Освоение содержания курса предполагает проведение промежуточного (рейтинг-контроль) и итогового контроля знаний (экзамен).

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости форма промежуточной аттестации
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные	СРС	КП / КР		
1	Введение в нанобиотехнологию	1	1-2	2		4		6		6/100	
2	Особенности физико-химических характеристик наноматериалов, применяемых в биологии и медицине	1	3-4	2		4		6		6/100	
3	Наноструктуры на основе белков и пептидов	1	5-6	2		4		6		6/100	Рк1
4	Самособирающиеся наноструктуры на основе нуклеиновых кислот	1	7-8	2		4		6		6/100	
5	Наноструктуры на основе поверхностно-активных веществ и липидов	1	9-10	2		4		6		6/100	
6	Наноструктуры на основе полимеров. Наноструктуры биологической мембраны	1	11-12	2		4		6		6/100	Рк2
7	Синтез наноструктур с помощью вирусов и микроорганизмов	1	13-14	2		4		6		6/100	
8	Биокатализ и нанобиотехнология	1	15-16	2		4		6		6/100	
9	Возможные неблагоприятные последствия применяемых в биологии и медицине нанопродуктов и наноматериалов	1	17-18	2		4		6		6/100	Рк3
<b>Всего</b>				<b>18</b>		<b>36</b>		<b>54</b>		<b>54/100</b>	<b>Экзамен (36 час)</b>

#### *Теоретическое содержание*

##### **Тема 1. Введение в нанобиотехнологию**

Цель и задачи курса, структура курса, методика освоения материалов курса. Тенденции и последние достижения в области биологических наук. Особенности современного этапа развития биологии, биохимии, биотехнологии, их связь с нанотехнологиями, наноматериалами. Понятие "нанобиотехнология". Возможности нанобиотехнологии.

## **Тема 2. Особенности физико-химических характеристик наноматериалов, применяемых в биологии и медицине**

Разрушающие и неразрушающие подходы к анализу содержания наночастиц в биообъектах. Методы обнаружения и выяснения локализации наночастиц в биологических образцах: методы темнопольной оптической, конфокальной лазерной сканирующей и многофотонной микроскопии; интерференционный контраст; Ширинг системы; дифференциальные интерференционные микроскопы; поляризационная микроскопия; флуоресцентная (люминесцентная) микроскопия; методы зондовой микроскопии; методы просвечивающей и сканирующей электронной микроскопии; хроматографические методы.

Методы, облегчающие идентификацию наночастиц в биологических образцах: метод дифракции электронов; спектроскопия характеристических потерь энергии электронами (СХПЭЭ); метод элементного картирования на основе СХПЭЭ.

Сравнение аналитических характеристик и эффективности различных методов, применяемых для детекции наночастиц в биообъектах.

Особенности отбора биологического материала для детекции наночастиц в биологических жидкостях, клетках, срезах тканей животных и растений различными физико-химическими методами. Способы подготовки биологического материала к измерениям с применением различных методов, обеспечивающие улучшения предела детекции и надежности идентификации наночастиц.

## **Тема 3. 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 нанокомпозитные 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 4. 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 одотяжевых РНК. Неканонические взаимодействия. Шпильки, псевдоузлы, структурированные петли, молнии. Аптамеры. Методы синтеза НК. 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 температуро-зависимые системы.

Контроллеры на основе ДНК: принцип работы. Первые «компьютеры» на их основе: MAYAI и MAYAII. Стратегия развития. 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 5. 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 6. Наноструктуры на основе полимеров. Наноструктуры биологической мембраны**

Способы получения наноматериалов на основе самособирающихся структур на основе полимеров.

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

#### **Тема 7. Синтез наноструктур с помощью вирусов и микроорганизмов**

Особенности строения вирусов: палочковидные и икосаэдрические вирусы. Вирусы, используемые в нанотехнологии. Использование вирусов для наноконструирования: химическая и генетическая модификация вирусов и вирусоподобных частиц. Методические подходы к модификации вирусных структурных белков. Примеры модификации вируса мозаики цветной капусты: присоединение пептидов, белков, антител, редокс-активных молекул, олигонуклеотидов, квантовых точек, наночастиц и нанотрубок.

Использование вирусов для создания гибридных наноматериалов: нанопровода и ячейки памяти на основе ВТМ, литий-ионные аккумуляторы на основе фага M13. Использование вирусов в качестве биотемплатов для создания упорядоченных наноструктур.

Вирусные наноструктуры в медицине (получение антител и вакцин; наноконтейнеры; адресная доставка лекарств) и биологии (идентификация биомолекул и поиск аффинных мишеней). Принцип метода генетической комбинаторики (phage display, biopanning), создание полупроводников с помощью фагового скрининга. Токсичность и иммуногенность фитовирусных наночастиц. Нерешенные проблемы использования вирусных наночастиц.

Виды микроорганизмов, способных к синтезу наноматериалов. Особенности метаболизма магнетобактерий, позволяющие синтезировать наноматериалы. 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.

#### **Тема 8. Биокатализ и нанобиотехнология**

Новые возможности биокатализа в нанобиотехнологии. Ферромагнитные белки и ферменты. Биоэлектрокатализ и нанобиосенсоры. Биокатализ и энергетика. Биокатализ и экология. Регистрация взаимодействий антиген-антитело с использованием ферментативного синтеза полимерных наноструктур.

#### **Тема 9. Возможные неблагоприятные последствия применяемых в биологии и медицине нанопродуктов и наноматериалов**

Развитие системы нанобиобезопасности в России и мире: история вопроса и состояние проблемы. Физико-химические свойства наночастиц, с которыми связывают потенциальные медико-биологические риски. Краткий обзор исследований медико-биологических эффектов, вызываемых наноматериалами. Основы принятой в Российской Федерации концепции токсикологических исследований, методологии оценки риска, методов идентификации и количественного определения наноматериалов. Алгоритм оценки (предсказания) опасности наноматериалов для здоровья человека. Токсиколого-гигиеническая и медико-биологическая оценка безопасности наноматериалов.

### **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

В ходе учебного процесса могут быть использованы следующие формы проведения занятий:

1. Технология коллективного обучения - организация учебной работы студентов в парах (группах) для развития у них самостоятельности и коммуникативных умений
2. Технология модульного обучения – достижение конкретных целей учебно-познавательной деятельности в процессе работы со специально разработанным модулем, включающим в себя содержание и способы овладения этим содержанием
3. Технология учебно-игровой деятельности – применение имитационных игр
4. Технология проектной деятельности – организация работы студентов, основанная на их способности добывать информацию, находить нестандартные решения локальных, региональных, глобальных проблем
5. Информационно-компьютерные технологии – совокупность технологий, обеспечивающих фиксацию информации, ее обработку и информационные обмены (компьютеры, ПО, Интернет)
6. Технология обучения на основе опыта – активизация познавательной деятельности студентов за счет ассоциации их собственного опыта с предметом обучения.

### **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

#### **Тематика лабораторных работ:**

1. Общее понятие о нанобиотехнологиях
2. Особенности физико-химических характеристик наноматериалов, применяемых в биологии и медицине
3. Наноструктуры на основе белков и пептидов
4. Самособирающиеся наноструктуры на основе нуклеиновых кислот
5. Наноструктуры на основе поверхностно-активных веществ и липидов
6. Наноструктуры на основе полимеров. Наноструктуры биологической мембраны
7. Синтез наноструктур с помощью вирусов и микроорганизмов
8. Биокатализ и нанобиотехнология

9. Возможные неблагоприятные последствия применяемых в биологии и медицине нанопродуктов и наноматериалов

#### **Темы СРС:**

1. Регистрация состояния клеток с помощью атомно-силовой сканирующей микроскопии
2. Методики определения структурно-динамических изменений эритроцитов
3. Методика измерения структурно-динамических свойств цитоплазмы эритроцита с помощью интерференционной микроскопии;
4. Методика регистрации и калибровки средств измерений топологии структур цитоплазмы эритроцита (ядерная и безъядерная форма).
5. Методика определения структурно-динамических показателей функционального состояния нервной клетки.
6. Методики определения результатов воздействия наночастиц на субклеточные структуры функционирующих клеток.
7. Методика регистрации присутствия нанодисперсных металлических коллоидов (серебро и золото) в растворе и на поверхности клеток (эритроцит, нервная клетка);
8. Методика регистрации топологии клеточных структур (эритроцит, нервная клетка) при действии наночастиц (металлические коллоиды серебра и золота).
9. Применение спектроскопии комбинационного рассеяния для оценки состояния наноструктур (липосом)
10. Применение спектроскопии гигантского комбинационного рассеяния для оценки конформации и распределения гемоглобина
11. Применение конфокальной микроскопии для оценки функционирования субклеточных наноструктур ( на примере нейрона)
12. Как с помощью ЭПР спектроскопии можно исследовать упорядоченность (вязкость) гидрофильного и гидрофобного компартмента биологической мембраны?
13. Как меняется вязкость липидного бислоя мембраны эритроцита больных различной сердечно-сосудистой этиологии
14. Как меняется активность «наномашин» ( $\text{Na}^+/\text{H}^+$ - обмена,  $\text{Ca}^{2+}$ -АТФазы и  $\text{Ca}^{2+}$ -зависимых К-каналов) эритроцитов при сердечно-сосудистой патологии?
15. Какие свойства гемоглобина регулируются за счет разнообразных эндо-и экзогенных молекул и при каких условиях;
16. Какие свойства гемоглобина меняются при переходе из свободного цитоплазматического состояния в состояние, связанное на мембране;
17. Какие мембранные процессы могут оказывать существенное влияние на примембранный гемоглобин и эритроцит в целом;
18. Какие свойства гемоглобина и эритроцитов изменяются при патологиях в сердечно-сосудистой и нервной системах
19. Методы клеточной хирургии. Применение современной микроскопии и «оптического пинцета».

#### **Вопросы к рейтинг-контролю 1**

1. Предмет и задачи курса.
2. Основные понятия и определения наук о наносистемах и нанобиотехнологии.
3. История возникновения нанотехнологии.
4. Примеры нанобъектов и наносистем, их технические приложения.
5. Объекты и методы нанобиотехнологии.

6. Принципы и перспективы развития нанобиотехнологии.
7. Основные принципы формирования наносистем.
8. Процессы получения нанообъектов сверху вниз. Механоактивация и механосинтез.
9. Процессы получения нанообъектов снизу вверх.
10. Приемы получения и стабилизации наночастиц.
11. Наноматериалы и их классификация.
12. Неорганические и органические функциональные наноматериалы.
13. Гибридные наноматериалы.
14. Наноструктурированные 1D, 2D и 3D материалы. Молекулярные сита.
15. Нанокompозиты и их синергетические свойства. Композитные наноматериалы.
16. Разрушающие и неразрушающие подходы к анализу содержания наночастиц в биообъектах.
17. Методы темнопольной оптической микроскопии
18. Методы конфокальной микроскопии
19. Методы лазерной сканирующей микроскопии
20. Методы многофотонной микроскопии;

#### **Вопросы к рейтинг-контролю 2**

1. Интерференционный контраст;
2. Ширинг системы;
3. Дифференциальные интерференционные микроскопы;
4. Поляризационная микроскопия;
5. Флуоресцентная (люминесцентная) микроскопия;
6. Методы зондовой микроскопии;
7. Методы просвечивающей и сканирующей электронной микроскопии;
8. Хроматографические методы.
9. Метод дифракции электронов;
10. Спектроскопия характеристических потерь энергии электронами (СХПЭЭ);
11. Метод элементного картирования на основе СХПЭЭ.
12. Сравнение аналитических характеристик и эффективности различных методов, применяемых для детекции наночастиц в биообъектах.
13. Особенности отбора биологического материала для детекции наночастиц в биологических жидкостях, клетках, срезах тканей животных и растений различными физико-химическими методами.
14. Способы подготовки биологического материала к измерениям с применением различных методов, обеспечивающие улучшения предела детекции и надежности идентификации наночастиц.
15. Наноструктуры на основе белков и пептидов. Принципы образования белковых комплексов. Олигомеризация и агрегация белков.
16. Примеры природных супрамолекулярных белковых ансамблей. Инженерия наноструктур заданной архитектуры на основе белков и пептидов.
17. Белковые капсулы и их применение.
18. Другие белковые наносистемы и их применение. Филаменты цитоскелета. Пептидные нанотрубки. S-слои. Использование в качестве одномерных и двумерных матриц для самоорганизации нанообъектов.
19. 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.

20. 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.

### Вопросы к рейтинг-контролю 3

1. Нуклеиновые кислоты. Принципы структурной организации.
2. Триплексы. Квадруплексы. Катенаны.
3. Особенности структурной организации РНК: двутяжевые РНК, вторичная и третичная структура однитяжевых РНК. Неканонические взаимодействия. Шпильки, псевдоузлы, структурированные петли, молнии. Аптамеры.
4. Методы синтеза нуклеиновых кислот. Методы получения информации о структуре нуклеиновых кислот.
5. Структурная ДНК-нанотехнология. Перекрест молекулы ДНК. Двухмерные поверхности. Сетки на основе ДНК-множеств: DX множества: дизайн и самосборка плоских кристаллов ДНК, модификации поверхности.
6. ДНК нанотрубки: дизайн и характеристика, сравнение преимуществ и недостатков по отношению к углеродным нанотрубкам. Гибридные материалы.
7. 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.
8. ДНК наномеханические устройства (ДНК-нанороботехника).
9. Устройства на основе «молекулярных пинцетов». Основа волнообразного движения.
10. Виды топлива ДНК-нанороботов: свето-, рН-зависимые и температурно-зависимые системы.
11. Контроллеры на основе ДНК: принцип работы. Первые «компьютеры» на их основе: MAYAI и MAYAII. Стратегия развития.
12. Функциональная ДНК-нанотехнология.
13. ДНКзимы. Общие определения и свойства.
14. Принципы создания материалов с использованием ДНКзимов. Молекулярные моторы и другие устройства на основе ДНКзимов. Рибозимы и их возможное использование.
15. Способы получения наноматериалов на основе самособирающихся структур из поверхностно-активных веществ (липидов) и биокатализаторов.
16. Особенности функционирования ферментов, задаваемые наличием матриц наноразмеров.
17. Наноструктуры биологической мембраны. Липидные (монослой, бислой) наноструктуры.
18. Белковые (в т.ч. рецепторы, каналы, АТФазы) наноструктуры. Особенности фазовых переходов в мембранных системах.
19. Особенности наноструктур, лежащих в основе электрических и рецепторных свойств клетки.
20. Способы получения наноматериалов на основе самособирающихся структур на основе полимеров.

### Вопросы к экзамену:

1. Предмет и задачи курса.
2. Основные понятия и определения наук о наносистемах и нанобиотехнологии.
3. История возникновения нанотехнологии.
4. Примеры нанообъектов и наносистем, их технические приложения.
5. Объекты и методы нанобиотехнологии.
6. Принципы и перспективы развития нанобиотехнологии.
7. Основные принципы формирования наносистем.
8. Процессы получения нанообъектов сверху вниз. Механоактивация и механосинтез.
9. Процессы получения нанообъектов снизу вверх.
10. Приемы получения и стабилизации наночастиц.
11. Наноматериалы и их классификация.
12. Неорганические и органические функциональные наноматериалы.
13. Гибридные наноматериалы.
14. Наноструктурированные 1D, 2D и 3D материалы. Молекулярные сита.
15. Нанокompозиты и их синергетические свойства. Композитные наноматериалы.
16. Разрушающие и неразрушающие подходы к анализу содержания наночастиц в биообъектах.
17. Методы темнопольной оптической микроскопии
18. Методы конфокальной микроскопии
19. Методы лазерной сканирующей микроскопии
20. Методы многофотонной микроскопии;
21. Интерференционный контраст;
22. Ширинг системы;
23. Дифференциальные интерференционные микроскопы;
24. Поляризационная микроскопия;
25. Флуоресцентная (люминесцентная) микроскопия;
26. Методы зондовой микроскопии;
27. Методы просвечивающей и сканирующей электронной микроскопии;
28. Хроматографические методы.
29. Метод дифракции электронов;
30. Спектроскопия характеристических потерь энергии электронами (СХПЭЭ);
31. Метод элементного картирования на основе СХПЭЭ.
32. Сравнение аналитических характеристик и эффективности различных методов, применяемых для детекции наночастиц в биообъектах.
33. Особенности отбора биологического материала для детекции наночастиц в биологических жидкостях, клетках, срезах тканей животных и растений различными физико-химическими методами.
34. Способы подготовки биологического материала к измерениям с применением различных методов, обеспечивающие улучшения предела детекции и надежности идентификации наночастиц.
35. Наноструктуры на основе белков и пептидов. Принципы образования белковых комплексов. Олигомеризация и агрегация белков.
36. Примеры природных супрамолекулярных белковых ансамблей. Инженерия наноструктур заданной архитектуры на основе белков и пептидов.
37. Белковые капсулы и их применение.

38. Другие белковые наносистемы и их применение. Филаменты цитоскелета. Пептидные нанотрубки. S-слои. Использование в качестве одномерных и двумерных матриц для самоорганизации нанообъектов.
39. 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.
40. 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.
41. Нуклеиновые кислоты. Принципы структурной организации.
42. Триплексы. Квадруплексы. Катенаны.
43. Особенности структурной организации РНК: двутяжевые РНК, вторичная и третичная структура однотяжевых РНК. Неканонические взаимодействия. Шпильки, псевдоузлы, структурированные петли, молнии. Аптамеры.
44. Методы синтеза нуклеиновых кислот. Методы получения информации о структуре нуклеиновых кислот.
45. Структурная ДНК-нанотехнология. Перекрест молекулы ДНК. Двухмерные поверхности. Сетки на основе ДНК-множеств: DX множества: дизайн и самосборка плоских кристаллов ДНК, модификации поверхности.
46. ДНК нанотрубки: дизайн и характеристика, сравнение преимуществ и недостатков по отношению к углеродным нанотрубкам. Гибридные материалы.
47. 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.
48. ДНК наномеханические устройства (ДНК-нанороботехника).
49. Устройства на основе «молекулярных пинцетов». Основа волнообразного движения.
50. Виды топлива ДНК-нанороботов: свето-, рН-зависимые и температурозависимые системы.
51. Контроллеры на основе ДНК: принцип работы. Первые «компьютеры» на их основе: МАУАI и МАУАII. Стратегия развития.
52. Функциональная ДНК-нанотехнология.
53. ДНКзимы. Общие определения и свойства.
54. Принципы создания материалов с использованием ДНКзимов. Молекулярные моторы и другие устройства на основе ДНКзимов. Рибозимы и их возможное использование.
55. Способы получения наноматериалов на основе самособирающихся структур из поверхностно-активных веществ (липидов) и биокатализаторов.
56. Особенности функционирования ферментов, задаваемые наличием матриц наноразмеров.
57. Наноструктуры биологической мембраны. Липидные (монослои, бислои) наноструктуры.
58. Белковые (в т.ч. рецепторы, каналы, АТФазы) наноструктуры. Особенности фазовых переходов в мембранных системах.
59. Особенности наноструктур, лежащих в основе электрических и рецепторных свойств клетки.
60. Способы получения наноматериалов на основе самособирающихся структур на основе полимеров.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### а) основная литература

1. Нанотехнологии и экология: риски, нормативно-правовое регулирование и управление/ М. Халл, Д. Боумен ; пер. с англ. - Эл. изд. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. -344с. : ил.- (Нанотехнологии). - ISBN 978-5-9963-2101-8.
2. Научные основы биотехнологий. Часть I: Учебное пособие. Нанотехнологии в биологии/ГорленкоВ.А., Соавт. КутузоваН.М., ПятунинаС.К. - М.: Прометей, 2013. - 262 с.: 60х90 1/16 (Обложка) ISBN 978-5-7042-2445-7
3. Экология наноматериалов: учебное пособие / А. Ю. Годымчук, Г. Г. Савельев, А. П. Зыкова ; под ред. Л. Н. Патрикеева и А. А. Ревинной. - 2-е изд. (эл.). - Электрон. текстовые дан. (1 файл pdf : 275 с.). - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. - (Нанотехнологии). - Систем. требования: Adobe Reader XI ; экран 10". - ISBN 978-5-9963-2636-5.

### б) дополнительная литература:

1. Нанотехнологии в медицине: учебное пособие / В.Ю. Науменко, Т.А. Алексеев, А.С. Дмитриев. - М. : Издательский дом МЭИ, 2012- 200 с.: ил.; цв. вклейки. - ISBN 978-5-383-00731-0
2. Нанобиотехнологии: практикум / под ред. А.Б. Рубина. - 2-е изд. (эл.). - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. - 384 с.: ил., [8+8] с. цв. вкл. - (Нанотехнологии). - ISBN 978-5-9963-2291-6.
3. Трифонова, Татьяна Анатольевна. Экологическая безопасность наночастиц, наноматериалов и нанотехнологий : учебное пособие / Т. А. Трифонова, Л. А. Ширкин ; Владимирский государственный университет (ВлГУ) .— Владимир : Владимирский государственный университет (ВлГУ), 2009 .— 62 с. : ил. — (Приоритетные национальные проекты, Образование) (Инновационная образовательная программа, Проект 1: инновационная среда университета в регионе и эффективное управление. Цель: развитие инноваций и инновационных образовательных программ на основе интеграции образования, науки и бизнеса для организации подготовки и переподготовки кадров по широкому спектру специальностей и направлений) .— Имеется электронная версия .— Библиогр.: с. 61-62.

### в) интернет-источники:

1. [http://www.nanoscopy.org/E\\_Book.html](http://www.nanoscopy.org/E_Book.html)

### в) журналы:

1. «Российские нанотехнологии»,
2. «Коммерческая биотехнология»,
3. Российский электронный наножурнал,
4. «Наномир»,
5. "Нано Дайджест"

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Ауд. 135-1: Аудиторные столы и стулья.

Мультимедийный комплекс (ноутбук, проектор, экран), наборы слайдов

Рабочая программа дисциплины Нанобиотехнологии и нанобезопасность составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебного плана подготовки магистров по направлению 28.04.01 Нанотехнологии и нанобезопасность

Рабочую программу дисциплины составил: доц. кафедры биологии и экологии к.х.н., доцент Ширкин Л.А.

Согласовано:

Внешний рецензент: зав. сектором НИО ООО «БМТ» Павлова В.Ф.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры БиЭ от 13.10.15 года, протокол № 5/1

Заведующий кафедрой Трифонова Т.А.

подпись ФИО

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

протокол № 2а от 13.10.15 года.

Председатель комиссии Аракелян С.М.

### ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Рабочая программа одобрена на 17-18 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 30.08.17 года

Заведующий кафедрой

Рабочая программа одобрена на 2018-2019 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 03.09.17 года

Заведующий кафедрой

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой