

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

Институт прикладной математики, физики и информатики
(Наименование института)



УТВЕРЖДАЮ:

Директор института

Хорьков К.С.

«*свт сдп*» 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
НАНОБИОТЕХНОЛОГИИ И НАНОБЕЗОПАСНОСТЬ
(наименование дисциплины)

направление подготовки / специальность

28.04.01. Нанотехнологии и микросистемная техника
(код и наименование направления подготовки (специальности))

направленность (профиль) подготовки

Инженерно-физические технологии в наноиндустрии
(направленность (профиль) подготовки)

г. Владимир

2020

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «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.

Задачи:

- 1) Обучающиеся должны знать особенности современного этапа развития биологии, биохимии, биотехнологии, их связь с нанотехнологиями, наноматериалами;
- 2) Обучающиеся должны знать методы получения неорганических, органических и биологических наноматериалов, применяемых в биологии, медицине;
- 3) Обучающиеся должны знать особенности физико-химических характеристик наноматериалов, применяемых в биологии и медицине;
- 4) Обучающиеся должны знать возможные неблагоприятные последствия применяемых в биологии и медицине нанопродукции и наноматериалов;
- 5) Обучающиеся должны знать пути и способы получения, применения наноматериалов в биологии и медицине.
- 6) Обучающиеся должны уметь проводить поиск информации по проблемам нанобиотехнологий, геномным, протеомным и метаболомным базам данных;
- 7) Обучающиеся должны уметь анализировать литературные данные на предмет опасности и безопасности нанотехнологий и наноматериалов;
- 8) Обучающиеся должны владеть методами оценки, моделирования и визуализации пространственных структур биополимеров, наноматериалов искусственного происхождения.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Нанобиотехнологии и нанобезопасность» относится к вариативной части общенаучного цикла дисциплин.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
ОПК-1. Способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения		<p>Знает особенности современного этапа развития биологии, биохимии, биотехнологии, их связь с нанотехнологиями, наноматериалами;</p> <p>Знает методы получения неорганических, органических и биологических наноматериалов, применяемых в биологии, медицине.</p> <p>Умеет проводить поиск информации по проблемам нанобиотехнологий, геномным, протеомным и метаболомным базам данных</p>	Экзамен
ПК-1. Готовность формулировать цели и задачи научных исследований в области нанотехнологии и микросистемной техники, обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач		<p>Знает особенности физико-химических характеристик наноматериалов, применяемых в биологии и медицине;</p> <p>Знает возможные неблагоприятные последствия применяемых в биологии и медицине нанопроductции и наноматериалов;</p> <p>Знает пути и способы получения, применения наноматериалов в биологии и медицине.</p> <p>Умеет анализировать литературные данные на предмет опасности и безопасности нанотехнологий и наноматериалов</p> <p>Владеет методами оценки, моделирования и визуализации пространственных структур биополимеров, наноматериалов искусственного происхождения.</p>	Экзамен

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часов

Тематический план форма обучения – очная

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)	
				Лекции	Практические занятия ¹	Лабораторные работы	в форме практической подготовки ²			
1	Введение в нанобиотехнологию	1	1 2	2		4		6		
2	Особенности физико-химических характеристик наноматериалов, применяемых в биологии и медицине	1	3 4	2		4		6		
3	Наноструктуры на основе белков и пептидов	1	5 6	2		4		6	РК1	
4	Самособирающиеся наноструктуры на основе нуклеиновых кислот	1	7 8	2		4		6		
5	Наноструктуры на основе поверхностно-активных веществ и липидов	1	9 10	2		4		6		
6	Наноструктуры на основе полимеров. Наноструктуры биологической мембраны	1	11 12	2		4		6	РК2	
7	Синтез наноструктур с помощью вирусов и микроорганизмов	1	13 14	2		4		6		
8	Биокатализ и нанобиотехнология	1	15 16	2		4		6		
9	Возможные неблагоприятные последствия применяемых в биологии и медицине нанопродуктов и наноматериалов	1	17 18	2		4		6	РК3	
Всего за 1 семестр:					18		36		54	
Наличие в дисциплине КП/КР										
Итого по дисциплине					18		36		54	

¹ Распределение общего числа часов, указанных на практические занятия в УП, с учетом часов на КП/КР

² Данный пункт включается в рабочую программу только при формировании профессиональных компетенций.

Тематический план форма обучения – очная

Содержание лекционных занятий по дисциплине

Тема 1. Введение в нанобиотехнологию

Содержание темы.

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

Содержание темы.

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

Содержание темы.

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 нанобъектов.

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 4. Самособирающиеся наноструктуры на основе нуклеиновых кислот

Содержание темы.

Нуклеиновые кислоты (НК). Принципы структурной организации. Триплексы. Квадруплексы. Катенаны. Особенности структурной организации РНК: двухтяжевые РНК, вторичная и третичная структура одностежковых 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 температурно-зависимые системы.

Контроллеры на основе ДНК: принцип работы. Первые «компьютеры» на их основе: МАУАI и МАУАII. 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 полимеров. Наноструктуры биологической мембраны

Содержание темы.

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 поверхностно-активных веществ и липидов

Содержание темы.

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

Содержание темы.

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

Содержание темы.

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

Содержание темы.

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.

Содержание практических/лабораторных занятий по дисциплине

Тема 1. Нанобиотехнологии в изучении биологических мембран

Содержание практических/лабораторных занятий.

Анализ размеров клеток методом лазерной дифракции.

Тема 2. Действие нанообъектов на биологические структуры

Содержание практических/лабораторных занятий.

Изучение токсичности наноматериалов с использованием флуоресценции микроводрослей.

Тема 3. Нанобиотехнологии в медицине

Содержание практических/лабораторных занятий.

Исследование фотодинамического действия наночастиц сенсibilизаторов разных типов на микроорганизмы.

Тема 4. Теоретические аспекты нанобиотехнологии

Содержание практических/лабораторных занятий.

Современные аспекты моделирования белок-белковых взаимодействий

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

5.1. Текущий контроль успеваемости

Вопросы к рейтинг-контролю 1

1. Дайте определение понятию «наноматериалы».
2. Какие характеристики наноматериалов вы знаете?
3. Какие классификации наноматериалов вы знаете? Приведите основные классификации.
4. Дайте классификацию наноматериалов по форме и размерности.
5. Дайте классификацию наноматериалов по их природе.
6. В чем специфика фуллереновых структур? Какое применение фуллеренам вы знаете?
7. В чем особенность углеродных нанотрубок?
8. Приведите примеры полимерных наноматериалов.
9. Какие особые свойства характерны для нанопорошков?
10. Что такое «квантовые точки»?
11. Почему приповерхностные атомы влияют на свойства нанопорошков?
12. Какими величинами характеризуется дисперсность наноматериалов?
13. Как и почему изменяются свойства частиц (перечислить) при изменении их размера?
14. Перечислите намеренные и ненамеренные источники попадания наноматериалов в окружающую среду.
15. Назовите основные намеренные источники попадания наноматериалов окружающую среду.
16. Перечислите основные изделия, в которых уже сейчас используются наноматериалы.
17. Какие наиболее распространенные методы получения углеродных наноматериалов вы знаете? Дайте им краткую характеристику.
18. Опишите химические и физические методы получения порошковых наноматериалов.
19. Опишите потенциальные источники попадания наноматериалов в окружающую среду.
20. В чем состоит концепция адресной доставки лекарств? Какие заболевания можно будет лечить с помощью этой технологии?
21. Каким образом наноматериалы планируется использовать для медицинской диагностики, лечения болезней, биосовместимых наноматериалов?
22. Приведите примеры разработок, использующие наноматериалы для очистки воды и воздуха.

23. Опишите антропогенные процессы, ведущие к образованию наноматериалов, как побочных продуктов.

24. Какие природные процессы ведут к образованию наночастиц в окружающей среде?

25. Дайте определение коллоидным системам. Какие классификации коллоидных систем существуют?

26. Перечислите основные свойства коллоидных систем.

27. Опишите, по каким механизмам протекает коагуляция золей.

28. Какие свойства характерны для аэрозолей?

29. Приведите возможные механизмы адгезии наночастиц в пористых средах.

30. Опишите влияние основных абиотических факторов на физико-химические свойства наночастиц.

Вопросы к рейтинг-контролю 2

1. Перечислите основные виды взаимодействия наноматериалов с объектами окружающей среды.

2. Приведите схему миграции наночастиц в окружающей среде.

3. Какова роль трофических цепей в миграции и аккумуляции наноматериалов в живых организмах?

4. Перечислите основные механизмы проникновения и выведения наноматериалов из биологических объектов.

5. Дайте определение биодоступности.

6. Какие способы проникновения наночастиц в организм человека вы знаете?

7. Опишите схему попадания наночастиц в организм человека через дыхательные пути.

8. Опишите схему попадания наночастиц в организм человека через кожный покров.

9. Приведите схему и опишите пути перемещения наночастиц в организме человека.

10. Каковы возможные пути выведения наноматериалов из организма человека.

11. Что рассматривает экотоксикология, каковы ее основные направления?

12. Каковы временные рамки развития нанотоксикологии? В каких странах и какими учёными создавалось и развивалось это направление?

13. Охарактеризуйте темпы развития.

14. Что является объектом изучения нанотоксикологии и в чем ее отличие от токсикологии.

15. Что такое токсичность? Какие параметры показывают степень токсичности веществ? Какие виды токсичности вы знаете?

16. Опишите способы проникновения наночастиц внутрь живой клетки.

17. Приведите примеры положительного биологического действия наноматериалов.

18. Перечислите механизмы токсичного действия наночастиц на клетку.

19. Опишите механизм образования свободных радикалов с участием металлических и углеродных наночастиц.

20. Приведите примеры токсического действия наноматериалов на млекопитающих.
21. Приведите примеры токсического действия наноматериалов на беспозвоночных.
22. Покажите влияние способа диспергирования на степень токсичности наночастиц.
23. Приведите примеры влияния наноматериалов на микробиологическую активность почв.
24. Каким образом наночастицы могут негативно влиять на растения?
25. От каких абиотических факторов зависит токсичность наноматериалов?
26. Чем отличаются исследования *in vivo* от исследований *in vitro*?
27. Опишите роль размера и дисперсности при определении токсичности.
28. Каким образом величина концентрации влияет на токсичные свойства наночастиц?
29. Приведите примеры, как токсичность зависит от формы частиц.
30. Какую роль в определении токсичности играет состав и свойства наноматериалов?

Вопросы к рейтинг-контролю 3

1. Расскажите о физических показателях при оценке рисков воздействия наноматериалов на окружающую среду.
2. Какие физико-химические характеристики наноматериалов используются при оценке рисков?
3. Опишите молекулярно-биологические и цитологические характеристики, используемые при оценке рисков воздействия наноматериалов.
4. Какие токсикологические и экологические показатели характеристики используются при оценке рисков?
5. В чем заключаются проблемы и особенности токсикологических исследований наноматериалов?
6. Приведите подходы, используемые в решении вопросов коагуляции наночастиц в суспензиях и аэрозолях.
7. Какие подходы используются при выборе дозы в нанотоксикологии?
8. Какими методами определяются дозы в нанотоксикологии?
9. Опишите назначение и физические основы применяемых микроскопических методов исследования наноматериалов.
10. Какие хроматографические методы наиболее распространены в нанотоксикологии?
11. Перечислите спектроскопические методы, используемые для изучения наночастиц в окружающей среде.
12. Дайте определение понятию «риск». Какие виды рисков вы знаете?
13. Какие основные условия для возникновения риска воздействия наноматериалов на здоровье человека и окружающую среду?
14. Опишите основные проблемы в оценке рисков воздействия наноматериалов на окружающую среду.

15. Перечислите основные этапы оценки риска воздействия наноматериалов.
16. Опишите жизненный цикл наноматериалов. От чего зависит риск для здоровья персонала, населения и окружающей среды с учетом жизненного цикла?
17. Какие основные подходы реализуются для предотвращения попадания наноматериалов в атмосферу рабочей зоны.
18. Укажите особенность применения средств индивидуальной защиты органов дыхания и кожи рук для защиты от попадания наноматериалов в организм персонала.
19. Опишите социальные риски развития нанотехнологий и внедрения наноматериалов

5.2. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины (экзамен).

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 одотяжевых 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 температуро-зависимые 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 (монослой, бислой) 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.

5.3. Самостоятельная работа обучающегося.

(темы эссе)

Вопрос №1. Регистрация состояния клеток с помощью атомно-силовой сканирующей микроскопии

Вопрос №2. Методики определения структурно-динамических изменений эритроцитов

Вопрос №3. Методика измерения структурно-динамических свойств цитоплазмы эритроцита с помощью интерференционной микроскопии;

Вопрос №4. Методика регистрации и калибровки средств измерений топологии структур цитоплазмы эритроцита (ядерная и безъядерная форма).

Вопрос №5. Методика определения структурно-динамических показателей функционального состояния нервной клетки.

Вопрос №6. Методики определения результатов воздействия наночастиц на субклеточные структуры функционирующих клеток.

Вопрос №7. Методика регистрации присутствия нанодисперсных металлических коллоидов (серебро и золото) в растворе и на поверхности клеток (эритроцит, нервная клетка);

Вопрос №8. Методика регистрации топологии клеточных структур (эритроцит, нервная клетка) при действии наночастиц (металлические коллоиды серебра и золота).

Вопрос №9. Применение спектроскопии комбинационного рассеяния для оценки состояния наноструктур (липосом)

Вопрос №10. Применение спектроскопии гигантского комбинационного рассеяния для оценки конформации и распределения гемоглобина

Вопрос №11. Применение конфокальной микроскопии для оценки функционирования субклеточных наноструктур (на примере нейрона)

Вопрос №12. Как с помощью ЭПР спектроскопии можно исследовать упорядоченность (вязкость) гидрофильного и гидрофобного компартмента биологической мембраны?

Вопрос №13. Как меняется вязкость липидного бислоя мембраны эритроцита больных различной сердечно-сосудистой этиологии

Вопрос №14. Как меняется активность «наномашин» (Na^+/H^+ -обмена, Ca^{2+} -АТФазы и Ca^{2+} -зависимых К-каналов) эритроцитов при сердечно-сосудистой патологии?

Вопрос №15. Какие свойства гемоглобина регулируются за счет разнообразных эндо- и экзогенных молекул и при каких условиях;

Вопрос №16. Какие свойства гемоглобина меняются при переходе из свободного цитоплазматического состояния в состояние, связанное на мембране;

Вопрос №17. Какие мембранные процессы могут оказывать существенное влияние на примембранный гемоглобин и эритроцит в целом;

Вопрос №18. Какие свойства гемоглобина и эритроцитов изменяются при патологиях в сердечно-сосудистой и нервной системах

Вопрос №19. Методы клеточной хирургии. Применение современной микроскопии и «оптического пинцета».

Фонд оценочных материалов (ФОМ) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ
		Наличие в электронном каталоге ЭБС
Основная литература*		
Халл, М. Нанотехнологии и экология: риски, нормативно-правовое регулирование и управление : учебное пособие / М. Халл, Д. Боумен ; перевод с английского В. Н. Егорова, Е. В. Гуляевой. — 3-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 347 с. — ISBN 978-5-00101-887-2. — Текст : электронный	2020	Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/151475 (дата обращения: 10.06.2021).
2. Нанобиотехнология : учебное пособие / А. Ю. Просеков, Л. С. Дышлок, О. В. Козлова, Н. В. Изгарышева. — Кемерово : КемГУ, 2016. — 204 с. — ISBN 978-5-89289-930-7. — Текст : электронный //	2016	Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/99583 (дата обращения: 10.06.2021).
3. Нанобиотехнологии : практикум / А.М. Абатурова [и др.]. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 401 с. — ISBN 978-5-00101-728-8. — Текст : электронный	2020	Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: http://www.iprbookshop.ru/88980.html (дата обращения: 10.06.2021)
4. Будкевич Е.В. Основы нанобиотехнологии. Фундаментальные основы нанобиотехнологий : учебное пособие / Будкевич Е.В., Будкевич Р.О.. — Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2016. — 132 с. — Текст : электронный	2016	Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: http://www.iprbookshop.ru/66078.html (дата обращения: 10.06.2021).
5. 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	2009	Электронная библиотечная система ВлГУ
Дополнительная литература		
1. ГН 1.2.2633-10 "Гигиенические нормативы содержания приоритетных наноматериалов в объектах окружающей среды".		
2. ГН 2.3.3.972-00 "Предельно допустимые количества химических веществ, выделяющихся из материалов, контактирующих с пищевыми продуктами".		
3. ГН 1.2.2701-10 "Гигиенические нормативы содержания пестицидов в объектах окружающей среды (Перечень).		
4. Р 2.1.10.1920-04 "Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду".		
5. МУ 1.2.2520-09 "Токсиколого-гигиеническая оценка безопасности наноматериалов".		

6. МУ 1.2.2634-10 "Микробиологическая и молекулярно-генетическая оценка воздействия наноматериалов на представителей микробиоценоза".			
7. МУ 1.2.2635-10 "Медико-биологическая оценка безопасности наноматериалов".			
8. МУ 1.2.2636-10 "Проведение санитарно-эпидемиологической экспертизы продукции, полученной с использованием нанотехнологий и наноматериалов".			
9. МУ 1.2.2637-10 "Порядок и методы проведения контроля миграции наночастиц из упаковочных материалов".			
10. МУ 1.2.2638-10 "Оценка безопасности контактирующих с пищевыми продуктами упаковочных материалов, полученных с использованием нанотехнологий".			
11. МУ 1.2.2740-10 "Порядок отбора проб для выявления, идентификации и характеристики действия наноматериалов в водных беспозвоночных".			
12. МУ 1.2.2742-10 "Порядок отбора проб для выявления и идентификации наноматериалов в растениях".			
13. МУ 1.2.2743-10 "Порядок отбора проб для выявления и идентификации наноматериалов в водных объектах".			
14. МУ 1.2.2744-10 "Порядок отбора проб для выявления, идентификации и характеристики действия наноматериалов в рыбах".			
15. МР 1.2.2639-10 "Использование методов количественного определения наноматериалов на предприятиях nanoиндустрии. Методические рекомендации".			
16. МР 1.2.2640-10 "Методы отбора проб, выявления и определения содержания наночастиц и наноматериалов в составе сельскохозяйственной, пищевой продукции и упаковочных материалов".			
17. МР 1.2.2522-09 "Выявление наноматериалов, представляющих потенциальную опасность для здоровья человека".			
18. МР 1.2.2566-09 "Оценка безопасности наноматериалов in vitro и в модельных системах in vivo".			
19. МР 1.2.2641-10 "Определение приоритетных видов наноматериалов в объектах окружающей среды, пищевых продуктах и живых организмах".			
20. МР 1.2.0016-10 "Методика классифицирования нанотехнологий и продукции nanoиндустрии по степени их потенциальной опасности".			

*не более 5 источников

6.2. Периодические издания

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

6.3. Интернет-ресурсы

1. <https://thesaurus.rusnano.com/>
2. <https://thesaurus.rusnano.com/wiki/26/>
3. <https://thesaurus.rusnano.com/wiki/25/>
4. <https://thesaurus.rusnano.com/wiki/41/>

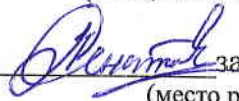
7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Микробиологическая лаборатория, ауд. 332-1: Аудиторные столы и стулья.

Лаборатория, ауд. 323а-1


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

Рабочую программу составил _____  _____ доцент Ширкин Л.А.
(ФИО, должность, подпись)

Рецензент
(представитель работодателя) _____  _____ зам ком. Директора ООО «БМТ» Сенатов А.С.
(место работы, должность, ФИО, подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры "Биология и экология"

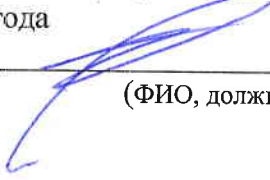
Протокол № 1 от 31.08.2020 года

Заведующий кафедрой _____  _____ Трифонова Т.А.
(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена

на заседании учебно-методической комиссии направления 28.04.01

Протокол № 1 от 31.08.2020 года

Председатель комиссии _____  _____ Аракелян С.М.
(ФИО, должность, подпись)

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 20 ____ / 20 ____ учебный года

Протокол заседания кафедры № ____ от ____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на 20 ____ / 20 ____ учебный года

Протокол заседания кафедры № ____ от ____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на 20 ____ / 20 ____ учебный года

Протокол заседания кафедры № ____ от ____ года

Заведующий кафедрой _____
