

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный
университет им. Н.И. Лобачевского»

Институт биологии и биомедицины

(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО
президиумом ученого совета ННГУ
протокол от
«31» мая 2023 г. № 6

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Основы нанобиотехнологии

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

Магистратура

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

06.04.01 Биология

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

Биофизика

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Квалификация (степень)

Магистр

(бакалавр / магистр / специалист)

Форма обучения

Очная

(очная / очно-заочная / заочная)

г. Нижний Новгород
2023 год

1. Место и цели дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Дисциплина «Основы нанобиотехнологии» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины, модули» ООП по направлению подготовки 06.04.01 Биология.

Студенты к моменту освоения дисциплины «Основы нанобиотехнологии», согласно ФГОС ВО, ознакомлены с основными теоретическими понятиями и прикладными знаниями, полученными в рамках изучения дисциплин: физика, химия, математика.

К моменту изучения дисциплины у студентов присутствуют устойчивые представления, касающиеся понятийного аппарата в области биофизики, биохимии, молекулярной биологии, физиологии. Изучение дисциплины «Основы нанобиотехнологии» необходимо студентам для выполнения выпускной квалификационной работы.

Целью освоения дисциплины является:

- формирование представлений о методологических подходах и понятийном аппарате нанотехнологии, физико-химических свойствах различных типов наноматериалов, принципах применения нанотехнологии в биологии и медицине, а также основными направлениями развития и перспективами нанобиотехнологии на уровне, необходимом для решения профессиональных задач.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
ПК-1. Способен к постановке и разработке актуальной научной проблемы, научному анализу данных и их обобщению в контексте ранее накопленных в мировой науке знаний, аргументированному выбору методов исследования, формулированию выводов и практических рекомендаций на основе проведенного анализа (в соответствии с направленностью программы магистратуры).	ПК-1.1. Знает: - основные достижения и проблемы в современной биологической науке, принципы проведения научного исследования и подходы к организации и осуществлению поиска научной информации в базах данных по тематике исследования; ПК-1.2. Умеет: - проводить поиск и анализ информации в современных базах данных по избранной теме исследования, подбор методов исследования в соответствии с научными задачами. ПК-1.3. Владеет: - навыками поиска и анализа научной информации, выбора методов исследования, формулировки выводов и рекомендаций.	<i>Знать:</i> основные понятия и термины науки о нано-размерных материалах, физические основы специфики наноматериалов, области современного применения наноматериалов в биологии и медицине, а также основные риски, связанные с токсическим эффектом наноматериалов на уровне, необходимом для проведения биологических исследований <i>Уметь:</i> применять фундаментальные знания о наноматериалах и нанотехнологическом подходе в решении прикладных биологических задач <i>Владеть:</i> навыками творческого использования знаний о наноматериалах и нанотехнологическом подходе в планировании научной и производственно-технологической деятельности для решения прикладных биологических задач.	Контрольные вопросы, тесты

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения
Общая трудоемкость	4 ЗЕТ
Часов по учебному плану	144
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	28
- занятия лекционного типа	14
- занятия практического типа	14
самостоятельная работа	78
КСР	2
Промежуточная аттестация – экзамен	36

3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля)	Все-го (часы)	В том числе					
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы					Самостоятельная работа обучающегося,
		из них					
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа		Все-го	
Глава 1. Основные понятия и история развития нанотехнологии	2	1				1	1
Глава 2. Физические свойства наноматериалов.	14	1	2			3	11
Глава 3. Многообразие структуры и свойств наноматериалов, применяемых в биологии и медицине	15	2	2			4	11
Глава 4. Основные методы получения и анализа наноструктур.	15	2	2			4	11
Глава 5. Нанотехнологии в исследованиях генома и протеома. Биосенсорные технологии	15	2	2			4	11
Глава 6. Молекулярный имиджинг и нанобиофотоника.	15	2	2			4	11
Глава 7. Адресная доставка в организме. Биосовместимые наноматериалы.	15	2	2			4	11
Глава 8. Наноматериалы и здоровье человека	15	2	2			4	11
Итого	106	14	14			28	78

Текущий контроль успеваемости проходит в рамках занятий семинарского типа, групповых или индивидуальных консультаций. Промежуточный контроль осуществляется на экзамене.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Виды самостоятельной работы студентов в рамках освоения дисциплины:

- изучение понятийного аппарата и проработка тем дисциплины;
- работа с основной и дополнительной литературой дома и в библиотеке;
- изучение сайтов по темам дисциплины в сети Интернет
- подготовка к устному опросу на семинарских занятиях;
- подготовка к тестам;
- подготовка к экзамену.

Методические указания по подготовке студентов к текущему и промежуточному контролю по дисциплине «Основы нанобиотехнологии»

Подготовка к устному опросу, тестированию

Все перечисленные виды самостоятельной работы представляют собой систему заданий, позволяющих оценить уровень знаний по основным разделам, темам, проблемам дисциплины, а также умений обучающегося синтезировать материал предшествующих дисциплин.

При подготовке к ним студенту необходимо:

- 1) ознакомиться с соответствующей темой программы изучаемой дисциплины;
- 2) изучить рекомендованную учебно-методическую литературу по данной теме;
- 3) тщательно изучить лекционный материал;
- 4) повторить материалы предшествующих дисциплин.

Подготовка к экзамену

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проходит в форме **экзамена**. Подготовка к экзамену является концентрированной систематизацией всех полученных знаний по дисциплине «Основы нанобиотехнологии».

В начале семестра рекомендуется внимательно изучить перечень вопросов к экзамену по данной дисциплине, а также использовать в процессе обучения программу, другие методические материалы, разработанные кафедрой по данной дисциплине. Это позволит в процессе изучения тем сформировать более правильное и обобщенное видение студентом существа того или иного вопроса за счет:

- а) уточняющих вопросов преподавателю;
- б) подготовки докладов по отдельным темам;
- в) самостоятельного уточнения вопросов на смежных дисциплинах;
- г) углубленного изучения вопросов темы по учебным пособиям.

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полностью знания вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько незначительных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне, выше предусмотренного программой
зачтено	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения.

5.2.1. Примеры экзаменационных вопросов:

1. Определение нанотехнологии. Объект исследования. Шкала размеров биологических объектов. Взаимосвязь нанотехнологии и других наук.
2. Терминологические подходы к определению наноматериалов. Их отличительные свойства. Области применения наноматериалов.
3. Исторические примеры использования наноматериалов. Основные даты в развитии нанотехнологии. Роль Р. Фейнмана, Н. Танигучи, Э. Дрекслера.
4. Особенности физических свойств наноматериалов: структурные и электронные магические числа, эффекты геометрической структуры.
5. Электронная структура, магнитные свойства наноматериалов.
6. Классификация наноматериалов: принципы (химизм, размерность, форма и свойства, происхождение), группы, примеры.
7. Наночастицы металлов: получение, особенности физико-химических свойств, применение в биологии и медицине.
8. Полупроводниковые наночастицы: получение, особенности электронных и оптических свойств, преимущества использования в качестве флуорофоров.
9. Фуллерены: химическая структура, получение и физико-химические свойства, применение в биологии и медицине фуллеренов и их производных.

10. Углеродные нанотрубки: химическая структура, классификация, особенности физико-химических свойств и применения в биомедицине.
11. Мицеллы, липосомы и дендримеры. Различные подходы к доставке веществ. Иммунолипосомы.
12. Пути поступления, распределения и выведения наноматериалов из организма человека. Токсичность наноматериалов.
13. Подходы к синтезу наноматериалов: top-down и bottom-up. Примеры методов.
14. Методы анализа свойств наночастиц. Базовые принципы рентгеноструктурного анализа, масс-спектрометрии, ЯМР и ЭПР.
15. Методы анализа свойств наночастиц. Базовые принципы электронной и зондовой микроскопии.
16. Адресная доставка с использованием наноразмерных носителей. Применяемые наноматериалы. Преимущества по сравнению с традиционными путями введения лекарств.
17. Стимул-чувствительные наночастицы для адресной доставки. Подходы к управлению разгрузкой наноразмерных носителей.
18. Молекулярный биоимиджинг. Принципы, применение. Основные достоинства и недостатки различных методов.
19. Нанобиофотоника. Применение наночастиц для визуализации и терапии. Виды терапии.
20. Оптический пинцет. Принцип действия и применение.
21. Биосенсоры: определение, принцип работы, классификация.
22. Биочипы: классификация, свойства, принцип работы ДНК-чипов, их применение. Lab-on-a-chip.
23. Использование нанотехнологий в технологии секвенирования ДНК.
24. Биосовместимые наноматериалы, перспективы применения.

5.2.2. Примеры тестовых заданий:

1. Типичный размер клетки человека лежит в диапазоне: а) 0,5-5 нм; б) 5-50 нм; в) 5-50 мкм; г) 5-50 мм.
2. Из перечисленных утверждений выберите те, с которыми Вы согласны: а) реакционная способность наноматериалов, как правило, ниже, чем объемных материалов; б) уменьшение размера приводит к квантованию энергетических уровней в наноматериалах; в) магнитные свойства наноматериалов могут существенно отличаться от объемных тел; г) все наноматериалы обладают высокой электропроводностью.
3. Из перечисленных материалов укажите образованные углеродом в sp^2 -гибридизации: а) графит; б) алмаз; в) карбин; г) графен; д) углеродные нанотрубки; е) фуллерены; ж) наноалмазы.
4. Проникновение наноматериалов через биологический барьер путем прохождения через межклеточные контакты в обход клеток носит название: а) трансцеллюлярный транспорт; б) парацеллюлярный транспорт; в) эндоцитоз; г) экзоцитоз.
5. Предел разрешения просвечивающей (трансмиссионной) электронной микроскопии лежит в диапазоне: а) 0,1-1 ангстрем; б) 0,1-1 нм; в) 0,1-1 мкм; г) 0,1-1 мм.
6. Включение в состав наночастиц полимеров с S-S связями используется для получения частиц, чувствительных: а) к pH; б) к температуре; в) к освещению; г) к редокс-статусу.
7. Для фототермальной терапии могут быть применены наночастицы со следующими свойствами: а) с высоким коэффициентом поглощения света; б) с высоким квантовым выходом флуоресценции; в) с низкой температурой плавления; г) с высоким коэффициентом поглощения излучения в диапазоне СВЧ.

8. Для определения наличия мутации в известном гене подходит олигонуклеотидный биочип следующего типа: а) экспрессионный; б) биочип для изучения полиморфизма; в) универсальный (generic) биочип.

5.2.3. Примеры тем докладов на семинарах:

- Магнитные наночастицы: свойства, применение в биологии и медицине
- Антистоксовые нанопосредники в биомедицинском имиджинге
- Наноматериалы и окружающая среда
- Сенсорика с использованием плазмонно-резонансных частиц
- Липосомы: про- и контра-
- Биосенсоры на основе индивидуальных клеток

5.2.4. Примерные темы дискуссионных занятий:

- Углеродные наноматериалы – бесконечность перспектив.
- Большие риски маленького мира – токсичность наноматериалов, что остается за кадром.
- Почтальоны в наномире – возможна ли адресная доставка наночастиц в организме.
- «Big data» в биологии
- Частицы на заказ – направленный дизайн наноматериалов
- «Нанодоктор», шаг за шагом от идеи до практики

6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания.

Положение «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ», утвержденное приказом ректора ННГУ от 13.02.2014 г. №55-ОД. Положение о фонде оценочных средств, утвержденное приказом ректора ННГУ от 10.06.2015 №247-ОД.

6.1. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) основная литература

1. Нанобиотехнологии: практикум / под ред. А.Б. Рубина. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. (<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996322916.html>)
2. Горленко В.А., Кутузова Н.М., Пятунина С.К. Научные основы биотехнологии. Часть I. Нанотехнологии в биологии. М.: Прометей, 2013. (<http://znanium.com/bookread2.php?book=536510>)
3. Наноструктуры в биомедицине / под ред. К. Гонсалвес, К. Хальберштадт, К. Лоренсин, Л. Наир. - М.: БИНОМ, 2013. (<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996310616.html>)

б) дополнительная литература

1. Разумов А.С. Медицина XXI века: биочипы / Медицина в Кузбассе. 2009. №2. С. 3-11. (<https://e.lanbook.com/reader/journalArticle/262797>)
2. Эрлих Г. Малые объекты - большие идеи. Широкий взгляд на нанотехнологии. М.: БИНОМ, 2015. (<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996329281.html>)
3. Научные основы биотехнологии. Часть I. Нанотехнологии в биологии: учебное пособие / В.А. Горленко, Н.М.Кутузова, С.К. Пятунина. М. : Прометей, 2013. (<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785704224457.html>)
4. Photon-based Nanoscience and Nanobiotechnology / Dubowski J.J. and Tanev S. (eds.), Springer, 2006. P. 55–65. (<https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-1-4020-5523-2.pdf>)

5. Springer Handbook of Nanotechnology / Bhushan, Bharat (Ed.) 4th edition, 2017. 1700 p. (<https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-3-662-54357-3.pdf>)
- в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы
ЭБС «Консультант студента» <http://www.studmedlib.ru/>,
ЭБС «ZNANIUM.COM» <http://znanium.com/>,
ЭБС «Юрайт» <https://www.biblio-online.ru/>,
Студенческая электронная библиотека «StudentLibrary» <http://www.studentlibrary.ru/>,
Научная электронная библиотека «E-library.ru» <https://elibrary.ru/defaultx.asp>.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные специализированной мебелью и демонстрационным оборудованием: доска, переносное мультимедийное оборудование (проектор, ноутбук), экран. Помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ.

Автор _____ к.б.н., доц. Балалаева И.В.

Рецензент _____ к.б.н., доц. каф. биохимии и биотехнологии Сеницына Ю.В.

Заведующий кафедрой _____ д.б.н., доц. Воденев В.А.

Программа одобрена на заседании Методической комиссии Института биологии и биомедицины от 06.09.2022 года, протокол №1.