

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

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Основы нанобиотехнологии

Уровень высшего образования

Магистратура

Направление подготовки / специальность

19.04.01 - Биотехнология

Направленность образовательной программы

Общая биотехнология

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.09 Основы нанобиотехнологии относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

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	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-1: Способен выполнять фундаментальные, прикладные и поисковые научные исследования и разработки в области биологии и биотехнологий	<p>ПК-1.1: Выполняет работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований в области фундаментальных, прикладных и поисковых научных исследований и разработок в области биологии и биотехнологий</p> <p>ПК-1.2: Может ставить цели, обосновывать методы и анализировать результаты фундаментальных, прикладных и поисковых научных исследований и разработок в области биологии и биотехнологий</p> <p>ПК-1.3: Применяет методы проведения научных исследований и разработок, осуществляет выполнение экспериментов в области биологии и биотехнологий</p>	<p>ПК-1.1: Знать и использовать в научной работе основные понятия и термины науки о наноразмерных материалах, физические основы специфики наноматериалов, области современного применения наноматериалов в биологии и медицине, а также основные риски, связанные с токсическим эффектом наноматериалов</p> <p>ПК-1.2: Способен применять фундаментальные знания о наноматериалах и нанотехнологическом подходе в решении фундаментальных, прикладных и поисковых биологических задач</p> <p>ПК-1.3: Владеть навыками творческого использования знаний о наноматериалах и нанотехнологическом подходе в планировании и осуществлении научной и производственно-технологической деятельности в области биологии и биотехнологий.</p>	Тест	Зачёт: Контрольные вопросы

ПК-3: Способен управлять действующими биотехнологическими процессами и производством	<p>ПК-3.1: Понимает принципы организации производственных и технологических процессов производства биотехнологической продукции</p> <p>ПК-3.2: Может вести основные технологические процессы производства биотехнологической продукции</p> <p>ПК-3.3: Осуществляет контроль за выполнением производственных заданий на всех стадиях технологического процесса производства биотехнологической продукции</p>	<p>ПК-3.1: Знает принципы организации технологических процессов с использованием нанотехнологий и наноматериалов.</p> <p>ПК-3.2: Способен вести технологические процессы по получению нанобиоматериалов, а также технологические процессы, использующие достижения нанотехнологий при получении биотехнологической продукции.</p> <p>ПК-3.3: Способен осуществлять контроль и обеспечивать безопасное выполнение производственных заданий при производстве нанобиотехнологической продукции.</p>	Доклад-презентация	Зачёт: Контрольные вопросы
--	---	--	--------------------	-------------------------------

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	2
Часов по учебному плану	72
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	14
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	14
- КСР	1
самостоятельная работа	43
Промежуточная аттестация	0
	Зачёт

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0
Тема 1. Основные понятия и история развития нанотехнологии	2	1		1	1
Тема 2. Физические свойства наноматериалов	8	1	2	3	5
Тема 3. Многообразие структуры и свойств наноматериалов, применяемых в биологии и медицине	9	2	2	4	5
Тема 4. Основные методы получения наноструктур	7	1	1	2	5
Тема 5. Адресная доставка в организме	10	2	2	4	6
Тема 6. Нанотехнологии в исследованиях генома и протеома. Биосенсорные технологии	10	2	2	4	6
Тема 7. Молекулярный имиджинг и нанобиофотоника	9	2	2	4	5
Тема 8. Биосовместимые наноматериалы	7	1	1	2	5
Тема 9. Наноматериалы и здоровье человека	9	2	2	4	5
Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	72	14	14	29	43

Содержание разделов и тем дисциплины

Тема 1. Предмет и задачи нанотехнологии, основные понятия. Ключевые даты и персоналии в истории развития нанотехнологии. Области применения наноматериалов. Классификация наноматериалов.

Тема 2. Физические свойства наноматериалов. Влияние размера и геометрической структуры. Особенности электронных и магнитных свойств.

Тема 3. Многообразие структуры и свойств наноматериалов, применяемых в биологии и медицине. Получение, особенности физико-химических свойств, применение в биологии и медицине металлических наночастиц, полупроводниковых квантовых точек, углеродных наноматериалов разной структуры и размерности, органических наноматериалов.

Тема 4. Основные методы получения наноструктур. Подходы к синтезу top-down и bottom-up.

Тема 5. Адресная доставка в организме. Особенности распределения наноматериалов в тканях и органах. Факторы, влияющие на распределение в организме. Эффект улучшенного проникновения и удержания наноразмерных объектов в опухолях (EPR-эффект). Способы адресной доставки. Стимул-управляемые частицы, чувствительные к внешним и внутренним факторам.

Тема 6. Понятие и ключевые характеристики биосенсора. Принципы работы продуктивных и непродуктивных биосенсоров. Использование наноматериалов в биосенсорных технологиях. Разновидности биочипов. Нанотехнологии в исследованиях генома и протеома. Технология «лаборатории-на-чипе».

Тема 7. Молекулярный имиджинг и нанобиофотоника. Использование наноматериалов для повышения информативности методов медицинской визуализации. Наноматериалы как фото- и термосенсибилизаторы. Оптический пинцет.

Тема 8. Биосовместимые наноматериалы. Области применения наноматериалов в регенеративной медицине и тканевой инженерии. Использование нанотехнологий для создания smart-материалов.

Тема 9. Наноматериалы и здоровье человека. Пути поступления и выведения наноматериалов из организма. Механизмы прохождения тканевых барьеров. Потенциальные риски наноматериалов в отношении здоровья человека. Экотоксикология наноматериалов.

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

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Предусмотрены следующие виды самостоятельной работы студентов:

самостоятельное изучение литературы (учебников, справочных материалов, специальных источников, монографий, статей из периодических изданий и т.п.), необходимой для освоения теоретических вопросов, подготовки к зачету;

- 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 тестовым заданиям;
- подготовка докладов с презентацией.

Требования по подготовке доклада с презентацией

Темы докладов выбираются из предлагаемого преподавателем списка или формулируются самостоятельно и согласуются с преподавателем. Доклад должен иметь длительность 10-15 мин. Для подготовки докладов с презентациями обязательно использование рекомендованных преподавателем источников, самостоятельный поиск материала в интернет-ресурсах свободного доступа, а также анализ статей в научных журналах. Общее количество проанализированных источников должно быть не менее 5-ти. Содержание презентации должно соответствовать теме доклада, иллюстрировать и дополнять текст выступления.

Перечень вопросов к зачету, темы докладов с презентацией, дискуссий представлены в п.5.2. данной рабочей программы.

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ПК-1:

1. Объекты, размеры которых не превышают 100 нм во всех трех измерениях, могут быть обозначены как а) 0D-объекты; б) 1D-объекты; в) 2D-объекты; г) 3D-объекты.
2. Квазичастицы (кванты), возникающие в металлах в результате колебаний электронов проводимости относительно ионного остова кристалла, получили название: а) плазмоны; б) экситоны; в) эксимеры; г) фононы.
3. Основное направление использования полупроводниковых наночастиц в биологии и медицине связано: а) с отсутствием токсичности; б) с явлением плазмонного резонанса; в) с фотолюминесценцией; г) с магнитными свойствами.
4. 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.
5. 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.
6. Подход к синтезу наноматериалов, основанный на их сборке из единичных атомов и молекул, получил название: а) top-down; б) bottom-up; в) small-to-big.
7. Эффект усиленного проникновения и удержания наночастиц в опухоли обусловлен: а) строением сосудистого русла опухоли; б) преобладанием гликолиза над кислород-зависимым дыханием; в) экспрессией на поверхности клеток белков-онкомаркеров; г) гетерогенностью клеток опухоли.
8. 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.
9. Устройство, способное удерживать в пространстве и перемещать микроскопические объекты с помощью оптического излучения, получило название: а) оптические ножницы; б) оптический пинцет; в) оптический диссектор; г) оптический сортер.
10. Материалы, предназначенные для функционирования в непосредственном контакте с живой системой или для замещения её части, по структуре и химизму максимально сходные с замещаемой тканью, относятся к группе: а) биоинертных; б) биоактивных; в) биомиметиков.

Критерии оценивания (оценочное средство - Тест)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Не менее 50% правильных ответов.
не зачтено	Менее 50% правильных ответов.

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Доклад-презентация) для оценки сформированности компетенции ПК-3:

- Использование нанопор в геномных технологиях
- Технология биосенсоров с использованием плазмонно-резонансных частиц
- Использование липосом в косметике и медицине: про- и контра-
- Биотехнологии с использованием модифицированных клеток
- Наноалмазы: получение, свойства, преимущества, возможные применения в биомедицине
- Углеродные нанотрубки в развитии сенсорики
- Биосенсоры на основе индивидуальных клеток
- Большие риски маленького мира – токсичность наноматериалов, что остается за кадром.

Критерии оценивания (оценочное средство - Доклад-презентация)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Доклад соответствует теме, тема раскрыта не менее чем на 50%, доклад сопровождается электронной презентацией не менее, чем из 10 слайдов, недостатки в оформлении отсутствуют или несущественные, докладчик ответил на вопросы без недостатков или с несущественными недостатками, приведены ссылки не менее чем на 5 источников.
не зачтено	Присутствует не менее одного из указанных признаков: доклад не соответствует теме; тема раскрыта менее чем на 50%; размер электронной презентации менее 10 слайдов; имеются существенные недостатки в оформлении, затрудняющие восприятие и понимание материала; докладчик не ответил на вопросы; приведены ссылки менее чем на 5 источников.

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	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	При решении	Имеется	Продemonс	Продemonс	Продemonс	Продemonстр

	базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми и недочетами	трированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми и недочетами	трированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	трированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	ирован творческий подход к решению нестандартных задач
--	---	---	---	--	---	---	--

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	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
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «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».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-1

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. Классификация наноматериалов: принципы (химизм, размерность, форма и свойства, происхождение), группы, примеры.
5. Особенности физических свойств наноматериалов: структурные и электронные магические числа, эффекты геометрической структуры.

6. Электронная структура, магнитные свойства наноматериалов.
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. Молекулярный биоимиджинг. Принципы и задачи. Основные достоинства и недостатки различных методов. Применение наноматериалов.
12. Пути поступления, распределения и выведения наноматериалов из организма человека.

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-3

1. Адресная доставка с использованием наноразмерных носителей. Применяемые наноматериалы. Преимущества по сравнению с традиционными путями введения лекарств.
2. Подходы к синтезу наноматериалов: top-down и bottom-up. Примеры методов.
3. Мицеллы, липосомы и дендримеры. Различные подходы к доставке веществ. Иммунолипосомы.
4. Стимул-чувствительные наночастицы для адресной доставки. Подходы к управлению разгрузкой наноразмерных носителей.
5. Нанобиофотоника. Применение наночастиц для визуализации и терапии. Виды терапии.
6. Оптический пинцет. Принцип действия и применение.
7. Биосенсоры: определение, принцип работы, классификация.
8. Биочипы: классификация, свойства, принцип работы ДНК-чипов, их применение.
9. Использование биочипов в анализе белков, клеток и тканей. Возможности и перспективы подхода lab-on-a-chip.
10. Использование нанотехнологий для секвенирования ДНК.
11. Нанотехнологии при создании биосовместимых материалов, перспективы применения.
12. Токсичность наноматериалов: влияющие факторы, механизмы негативных эффектов, методологические особенности оценки.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно»
не зачтено	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно» или «плохо»

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

Основная литература:

1. Рубин А.Б. Нанобиотехнологии : монография / Рубин А.Б. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 403 с. - ISBN 978-5-00101-728-8., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?>

Action=FindDocs&ids=735480&idb=0.

2. Научные основы биотехнологии. Часть I. Нанотехнологии в биологии / Горленко В.А., Кутузова Н.М., Пятунина С.К. - Москва : Прометей, 2013., [https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?](https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=641383&idb=0)

Action=FindDocs&ids=641383&idb=0.

Дополнительная литература:

1. Генрих Эрлих. Малые объекты - большие идеи. Широкий взгляд на нанотехнологии / Генрих Эрлих. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 257 с. - ISBN 978-5-00101-705-9., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=736459&idb=0>.

2. Блинов Л. Н. Неорганические наноматериалы в медицине и онкологии: экологические аспекты и риски : Учебное пособие для вузов / Блинов Л. Н., Полякова В. В., Соколов И. А.; Блинов Л. Н., Соколов И. А. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 136 с. - Книга из коллекции Лань - Медицина. - ISBN 978-5-8114-9727-0., [https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?](https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=803038&idb=0)
Action=FindDocs&ids=803038&idb=0.

3. Наноматериалы в медицине : учебное пособие / Джардималиева Г. И., Кыдралиева К. А., Бондаренко Л. С., Рабинский Л. Н. - Москва : МАИ, 2023. - 90 с. - Редсовет МАИ. - Книга из коллекции МАИ - Медицина. - ISBN 978-5-4316-1005-9., [https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?](https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=867757&idb=0)
Action=FindDocs&ids=867757&idb=0.

4. Нанотехнологии и наноматериалы в агроинженерии / Стребков С. В., Бондарев А. В., Добрицкий А. А., Соловьев Е. В. - Белгород : БелГАУ им.В.Я.Горина, 2022. - 76 с. - Книга из коллекции БелГАУ им.В.Я.Горина - Ветеринария и сельское хозяйство.,
<https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=865474&idb=0>.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

<http://www.unn.ru/pages/e-library/methodmaterial/2010/79.pdf>.

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 учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки/специальности 19.04.01 - Биотехнология.

Автор(ы): Балалаева Ирина Владимировна, кандидат биологических наук, доцент.

Рецензент(ы): Брилкина Анна Александровна, кандидат биологических наук.

Заведующий кафедрой: Воденеев Владимир Анатольевич, доктор биологических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 5.12.2023, протокол № 2.