

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
решением ученого совета ННГУ
протокол от
«25» января 2023 г. № 1

Рабочая программа дисциплины

Основы нанобиотехнологии
(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования
магистратура
(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность
19.04.01 Биотехнология
(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы
Общая биотехнология
(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения
очная
(очная / очно-заочная / заочная)

Нижегород

2023 год

1. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина Б1.В.09 Основы нанобиотехнологии относится к части Блока 1 ООП направления подготовки 19.04.01 «Биотехнология», формируемой участниками образовательных отношений.

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	
ПК-1 Способен выполнять фундаментальные, прикладные и поисковые научные исследования и разработки в области биологии и биотехнологии	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.	Знает 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 выполнения биотехнологических работ	Тестовые задания, доклад с презентацией Вопросы к зачету
	ПК-1.2. Может ставить цели, обосновывать методы и анализировать результаты фундаментальных, прикладных и поисковых научных исследований и разработок в области биотехнологий и биологии.	Умеет применять фундаментальные знания о наноматериалах и нанотехнологическом подходе в решении прикладных биотехнологических задач	
	ПК-1.3. Применяет методы проведения	Владеет навыками творческого	

	научных исследований и разработок, осуществляет выполнение экспериментов в области биологии и биотехнологий.	использования знаний о наноматериалах и нанотехнологическом подходе в планировании научной деятельности для решения прикладных биологических задач.	
ПК-3. Способен управлять действующими биотехнологическими процессами и производством	ПК-3.1. Понимает принципы организации производственных и технологических процессов производства биотехнологической продукции.	Знает принципы современных методов исследования в биологии и медицине, основанные на использовании нанотехнологического подхода	Тестовые задания, доклад с презентацией Вопросы к зачету
	ПК-3.2. Может вести основные технологические процессы производства биотехнологической продукции.	Умеет проектировать биотехнологические процессы с использованием современных методов нанотехнологического подхода	
	ПК-3.3. Осуществляет контроль за выполнением производственных заданий на всех стадиях технологического процесса производства биотехнологической продукции.	Владеет навыками проектирования технологического процесса производства биотехнологической продукции с использованием современных методов, нанотехнологического подхода	

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения
Общая трудоемкость	2 ЗЕТ
Часов по учебному плану	72
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	28

- занятия лекционного типа	14
- лабораторные работы	0
- практические занятия	14
самостоятельная работа	43
КСР	1
Промежуточная аттестация – зачет	

3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),	Всего (часы)	в том числе				
		контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		из них				
	Занятия лекционного типа	Занятия лабораторного типа	Занятия семинарского типа	Всего		
	Очная	Очная	Очная	Очная	Очная	Очная
Глава 1. Основные понятия и история развития нанотехнологии	3	1			1	2
Глава 2. Физические свойства наноматериалов.	8	1	2		3	5
Глава 3. Многообразие структуры и свойств наноматериалов, применяемых в биологии и медицине	10	2	2		4	6
Глава 4. Основные методы получения и анализа наноструктур.	10	2	2		4	6
Глава 5. Нанотехнологии в исследованиях генома и протеома. Биосенсорные технологии	10	2	2		4	6
Глава 6. Молекулярный имиджинг и нанобиофотоника.	10	2	2		4	6
Глава 7. Адресная доставка в организме. Биосовместимые наноматериалы.	10	2	2		4	6
Глава 8. Наноматериалы и здоровье человека	10	2	2		4	6
Промежуточная аттестация - зачет						

Итого	72	14	14		28	43
--------------	-----------	-----------	-----------	--	-----------	-----------

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий семинарского типа, групповых или индивидуальных консультаций.

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 доклада с презентацией;
- подготовка к тестовым заданиям;
- подготовка к зачету.

Требования по подготовке доклада с презентацией

Тему, которой будет посвящен доклад, выбирает сам студент по согласованию с преподавателем. Доклад должен иметь длительность 10-15 мин. Для подготовки докладов с презентациями обязательно использование рекомендованных преподавателем баз данных, самостоятельный отбор материала из интернет-источников свободного доступа, а также анализ статей (не менее 5ти) из научных журналов. Презентация и содержание доклада (не более 5 листов) со списком использованных источников информации оформляется в электронном виде и сдается преподавателю не позднее, чем за 1 неделю до окончания семестра. Презентация должна иметь до 10 слайдов, отражать и дополнять текст выступления.

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

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 полноту знаний	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	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.

	вследствие отказа обучающегося от ответа			несколько негрубых ошибок	несущественных ошибок		
<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 несущественным 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»
	удовлетворител	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже

	вно	«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 Контрольные вопросы

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

наноматериалов из организма человека. Токсичность наноматериалов.	
13. Подходы к синтезу наноматериалов: top-down и bottom-up. Примеры методов.	ПК-3
14. Методы анализа свойств наночастиц. Базовые принципы рентгеноструктурного анализа, масс-спектрометрии, ЯМР и ЭПР.	ПК-3
15. Методы анализа свойств наночастиц. Базовые принципы электронной и зондовой микроскопии.	ПК-3
16. Адресная доставка с использованием наноразмерных носителей. Применяемые наноматериалы. Преимущества по сравнению с традиционными путями введения лекарств.	ПК-3
17. Стимул-чувствительные наночастицы для адресной доставки. Подходы к управлению разгрузкой наноразмерных носителей.	ПК-3
18. Молекулярный биоимиджинг. Принципы, применение. Основные достоинства и недостатки различных методов.	ПК-3
19. Нанобиофотоника. Применение наночастиц для визуализации и терапии. Виды терапии.	ПК-3
20. Оптический пинцет. Принцип действия и применение.	ПК-3
21. Биосенсоры: определение, принцип работы, классификация.	ПК-3
22. Биочипы: классификация, свойства, принцип работы ДНК-чипов, их применение. Lab-on-a-chip.	ПК-3
23. Использование нанотехнологий в технологии секвенирования ДНК.	ПК-3
24. Биосовместимые наноматериалы, перспективы применения.	ПК-3

5.2.2. Типовые тестовые задания для оценки сформированности компетенций

ПК-1

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.

ПК-3

1. 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.
2. Включение в состав наночастиц полимеров с S-S связями используется для получения частиц, чувствительных: а) к рН; б) к температуре; в) к освещению; г) к редокс-статусу.
3. 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.
4. 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. Примерные темы докладов с презентацией на семинарах для оценки компетенций ПК-1

- Магнитные наночастицы: свойства, применение в биологии и медицине
- Антистоксовые нанодиффракторы в биомедицинском имиджинге
- Наноматериалы и окружающая среда

ПК-3

- Сенсорика с использованием плазмонно-резонансных частиц
- Липосомы: про- и контра-
- Биосенсоры на основе индивидуальных клеток

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Горленко В.А., Кутузова Н.М., Пятунина С.К. Научные основы биотехнологии. Часть I. Нанотехнологии в биологии. М.: Прометей, 2013.
(<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785704224457.html>)
2. Наноструктуры в биомедицине : монография / Гонсалвес К.; К. Хальберштадт; К. Лоренсин; Л. Наир. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 538 с. - ISBN 978-5-00101-729-5. (<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785001017295.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. Тимофеева, М. Н. Нанотехнологии. Химические, физические, биологические и экологические аспекты : монография / М. Н. Тимофеева, В. Н. Панченко, В. В. Ларичкин и др. - Новосибирск : НГТУ, 2019. - 283 с. (Серия "Монографии НГТУ") - ISBN 978-5-7782-3863-3. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778238633.html>

в) 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>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: учебная мебель, доска, экран, проектор, переносное мультимедийное оборудование (ноутбук), беспроводной Интернет, лицензионное программное обеспечение.

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 19.04.01 Биотехнология.

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» сентября 2022 года, протокол № 1.