



**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
ФГБОУ ВО «ИГУ»  
**Кафедра физико-химической биологии, биоинженерии и биоинформатики**

УТВЕРЖДАЮ \_\_\_\_\_  
Декан биолого-почвенного факультета  
Матвеев А.Н.  
« 10 » марта 2020 г.



**Рабочая программа дисциплины**

Наименование дисциплины: **Б1.В.02 «НАНОБИОТЕХНОЛОГИИ»**

Направление подготовки: 06.03.01 «Биология»

Тип образовательной программы: академический бакалавриат

Квалификация выпускника: Бакалавр

Форма обучения: очная с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий

Согласовано с УМК биолого-почвенного факультета

Протокол № 4 от 10 марта 2020 г.  
Председатель \_\_\_\_\_  
проф. Матвеев А.Н.

Рекомендовано кафедрой:  
Протокол № 11 от 18 февраля 2020 г.  
Зав. кафедрой Саловарова В.П.

Иркутск 2020 г.

## Содержание

	стр.
1. Цели и задачи дисциплины (модуля)	3
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП	3
3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)	3
4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы	4
5. Содержание дисциплины (модуля)	5
5.1 Содержание разделов и тем дисциплины (модуля)	5
5.2 Разделы дисциплины (модуля) и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами (модулями)	6
5.3 Разделы и темы дисциплин (модулей) и виды занятий	7
6. Перечень семинарских, практических занятий, лабораторных работ, план самостоятельной работы студентов, методические указания по организации самостоятельной работы студентов.	8
7. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)	12
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля):	12
а) основная литература	12
б) дополнительная литература	12
в) программное обеспечение	13
г) базы данных, поисково-справочные и информационные системы	13
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)	13
10. Образовательные технологии	14
11. Оценочные средства (ОС)	14

## **1. Цели и задачи дисциплины (модуля):**

**Цель:**

Формирование базовых знаний, позволяющих ориентироваться в терминологии и направлениях нанобиотехнологии как совокупности технологических методов, применяемых для изучения принципов биологической наносамосборки, создания материалов, устройств и систем и путей их использования в биологии и медицине.

**Задачи:**

- ознакомить основными понятиями нанобиотехнологий и рассмотреть современное состояние и перспективы развития нанобиотехнологии;
- изучить основные принципы формирования наносистем;
- обобщить и систематизировать сведения о наночастицах и нанопродуктах, их свойствах, методах исследования;
- научить умению самостоятельного поиска и анализа информации, использованию ее в процессе научно-практической деятельности

## **2. Место дисциплины в структуре ОПОП:**

Дисциплина «Нанобиотехнологии» является обязательной дисциплиной вариативной части учебного плана подготовки бакалавров по направлению 06.03.01 Биология.

Содержание курса базируется на знаниях, полученных при изучении предшествующих дисциплин бакалавриата: «Математика», «Биофизика», «Биохимия и молекулярная биология», «Физико-химические методы в биологии», «Генетика», «Молекулярная биология клетки», «Введение в биотехнологию». Знания, получаемые по данной дисциплине, являются основой для дальнейшего изучения новейших технологий в биомедицине, разработки и использования нанопродуктов и наночастиц для диагностики, анализов и исследований.

## **3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля):**

Процесс изучения дисциплины (модуля) направлен на формирование следующих компетенций:

способность эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных биологических работ (ПК-1).

В результате изучения дисциплины студент должен:

**Знать:**

- основные понятия нанотехнологических процессов и возможности практического применения достижений нанобиотехнологии;
- роль и место нанообъектов в иерархии структурных элементов материи;
- основные принципы получения и методы исследования наноструктур, наноматериалов и наноприборов, применение их в биологии, медицине, технике.
- экологические и токсикологические аспекты реализации нанобиотехнологии.

**Уметь:**

- определять перспективные направления исследований и разработок в области нанотехнологий и наноматериалов применительно к задачам биологии и медицины;

- осуществлять поиск и анализировать научно-техническую информацию, осуществлять содержательную интерпретацию результатов;
- представлять итоги самостоятельной работы в виде отчетов, докладов с использованием компьютерных презентаций.

**Владеть:**

- терминологией в области нанобиотехнологий;
- методами сбора междисциплинарных сведений в области нанобиотехнологии, квалифицированного обобщения научных данных

**4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы**

Вид учебной работы	Всего часов / зачетных единиц	Семестр
		7
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	54/1,5	54/1,5
<b>Из них объем занятий с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий</b>	11/0,31	11/0,31
В том числе:		
Лекции	18/0,5	18/0,5
Практические занятия (ПЗ)	36/1,0	36/1,0
Семинары (С)	-	-
Лабораторные работы (ЛР)		
КСР	2/0,06	2/0,06
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	52/1,44	52/1,44
В том числе:		
Выполнение заданий по самостоятельной работе		
Реферат		
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>		
Вид промежуточной аттестации (зачет)		
<b>Контактная работа (всего)</b>	56/1,56	56/1,56
Общая трудоемкость	часы	108
	зачетные единицы	3
		108
		3

**5. Содержание дисциплины (модуля)**

**5.1. Содержание разделов и тем дисциплины (модуля).**

**Тема 1. Введение в нанотехнологию и нанобиотехнологию**

Предмет и задачи курса. Основные понятия и определения наук о наносистемах и нанобиотехнологии. История возникновения нанотехнологии. Примеры нанобъектов и

наносистем, их технические приложения. Принципы и перспективы развития нанобиотехнологии.

### **Тема2. Наноматериалы**

Наноматериалы и их классификация. Неорганические и органические функциональные наноматериалы. Гибридные наноматериалы. Наноструктурированные 1D, 2D и 3D материалы. Молекулярные сита. Нанокompозиты и их синергетические свойства. Композитные наноматериалы. гигиеническая и медико-биологическая оценка безопасности наноматериалов.

### **Тема 3. Основные принципы формирования наносистем**

Процессы получения нанообъектов сверху вниз. Механоактивация и механосинтез. Процессы получения нанообъектов снизу вверх.

Приемы получения и стабилизации наночастиц. Методы обнаружения и выяснения локализации наночастиц в биологических образцах. 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. Обнаружение отдельных молекул и частиц. Наночастицы – носители иммобилизованных объектов. Применение квантовых точек при обнаружении биологических объектов. Физико-химические свойства наночастиц, с которыми связывают потенциальные медико-биологические риски.

### **Тема 4. Молекулярные наноструктуры**

Молекулярные наноструктуры – характеристика и классификация. Особенности органических молекул как наноструктур. Супермолекулы. Биомолекулы как наноструктуры: нуклеиновые кислоты, белки. Ферменты и биосенсоры. Биомолекулярные комплексы: тубулярные бионаноструктуры, слоистые бионаноструктуры, гибридные бионаноструктуры, их сборка и самосборка. Мицеллы и липосомы. Транспорт неэлектролитов через природные мембранные нанопоры. Механизмы транспорта воды через биологические мембраны. Аквапорины. Комплекс ядерной поры

### **Тема 5. Нанобиоаналитические системы**

Управление движением и разделением частиц в жидкости. Особенности воздействия внешних полей на биологические частицы (макромолекулы, клетки). Диэлектрофорез и его основные принципы. Электроротация. Фотофорез. Принципы лазерного фотофореза. Оптофорез. Оптический пинцет (Optical tweezer). Магнитофорез (Magnetophoresis). Магнитные частицы. Применения магнитофореза.

Сенсоры и биосенсоры. Трансдюсеры. Основные аналитические характеристики сенсоров. «Микросистемы полного анализа» и «лаборатория на чипе». Аналитические микрочипы (гибридизационные или матричные, микро- и нанофлюидные, гибридные микрочипы).

Биочипы. Получение гибридизационных микро- и наночипов. Микро- и нанофлюидные чипы. Конструкции аналитических микрочипов. Методы детектирования в микрочипах. Твердофазная, жидкостная и микрофлюидная экстракция. Идеология Т-сенсора и Н-фильтра. Разделение на CD-чипе. Электрофоретическое разделение ДНК на микрофлюидном чипе. ПЦР на микрочипе. Секвенирование ДНК. Пиросеквенирование.

### **Тема6. Нанотехнологии в молекулярной электронике и биоэлектронике**

Перспективы нанотехнологий в молекулярной электронике и биоэлектронике. Молекулярная память. Молекулярные компьютеры. Генетические и клеточные биокомпьютеры. ДНК-компьютеры. Клеточные компьютеры. Биопреобразователи. Автоволновой биопроцессор

### **Тема7. Нанотехнологии и медицина**

Области применения нанотехнологий для развития принципиально новых методов диагностики и лечения болезней человека: использование наноматериалов для адресной

доставки лекарственных препаратов и терапевтических генов, визуализации патоморфологических структур, преодоления барьеров несовместимости, создания медицинских биороботов. Био-нанороботы. Основные принципы создания бионаноробототизированных систем. Управление нанороботами. Молекулярные машины. Наноразмерные исполнительные механизмы. АТФ-синтаза. Кинезин, миозин, жгутиковый молекулярный двигатель. Неорганические (химические) молекулярные двигатели. Самосборка нанороботов. Устройства адресной доставки лекарств

Фотосенсибилизированные эффекты на клеточных системах. Фотодинамическая терапия. Антимикробная фотодинамическая терапия. Механизмы фотодинамических процессов. Механизмы фотодинамических реакций с участием нуклеиновых кислот, белков и липидов.

### 5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов и тем данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин (вписываются разработчиком)							
		№2	№3	№4	№5	№6	№7		
1.	Новейшие технологии в биомедицине								
2.	Омикс-технологии	№5	№7						

### 5.3. Разделы и темы дисциплин (модулей) и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела	Наименование темы	Виды занятий в часах					
			Лекц	Практ., сем. зан.	Лаб. зан.	КСР	СРС	Всего
1	Введение в нанотехнологию и нанобиотехнологию	Принципы и перспективы развития нанобиотехнологии.	1	3		0,1	3	7,1
2	Наноматериалы	Наноматериалы и их классификация	1	3		0,2	4	8,2
3	Основные принципы формирования наносистем	Процессы получения нанобъектов	1	2		0,2	4	7,2
		Методы обнаружения и выяснения локализации наночастиц в биологических образцах.	2	4		0,1	6	12,1
4	Молекулярные наноструктуры	Биомолекулы как наноструктуры	2	3		0,2	6	8,2
5	Нанобиоаналитические системы	Разделение и анализ микрочастиц	1	4		0,1	4	10,1
		Биосенсоры	2	3		0,2	4	10,2
		Конструкции аналитических микрочипов. Методы детектирования в микрочипах	2	4		0,2	5	12,2

6	Нанотехнологии в молекулярной электронике и биоэлектронике	Перспективы нанотехнологий в молекулярной электронике и биоэлектронике	2	3		0,1	4	9,1
7	Нанотехнологии и медицина	Нанороботы.	1	2		0,2	4	7,2
		Молекулярные машины.	2	2		0,2	4	8,2
		Механизмы фотодинамических процессов. Фотодинамическая терапия	1	3		0,2	4	8,2

## 6. Перечень практических занятий

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (часы)	Оценочные средства	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5	6
1	1	Введение в нанотехнологию и нанобиотехнологию	2	Устный опрос Контрольные вопросы, реферат, презентации, доклады	ПК-1
2	2	Наноматериалы	3	- « -	- « -
3	3	Физико-химические и биологические методы получения наночастиц	2	- « -	- « -
4	3	Детекция наночастиц в биообъектах	4	- « -	- « -
5	4	Особенности молекулярных наноструктур	3		
6	5	Разделение и анализ микрочастиц	4	- « -	- « -
7	5	Транспорт молекул через природные мембранные нанопоры	3	- « -	- « -
8	5	Нанотехнологии и анализ биологических проб	4	- « -	- « -
9	5	Наночастицы и наноструктуры в аналитических микрочипах	3	- « -	- « -
10	6	Нанотехнологии в молекулярной электронике и биоэлектронике	3	- « -	- « -
11	7	Нанотехнологии и фотодинамические процессы	2	- « -	- « -
12	7	Нанотехнологии и медицина	3	Устный опрос Контрольные вопросы, реферат, презентации, доклады, тест	- « -

## 6.1. План самостоятельной работы студентов

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
1	Введение в нанотехнологию и нанобиотехнологию	Подготовка презентаций рефератов и докладов. Контрольные вопросы	1. История возникновения нанотехнологии 2. Принципы и перспективы развития нанобиотехнологии	1,4,5	3
2	Наноматериалы	Подготовка презентаций рефератов и докладов. Контрольные вопросы	1. Наноматериалы и их классификация 2. Нанокompозиты и их синергетические свойства.	1,3,4	4
3	Основные принципы формирования наносистем	- « -	1. Процессы получения нанобъектов сверху вниз и снизу вверх 2. Методы обнаружения и выяснения локализации наночастиц в биологических образцах.	1,3,4,5	10
4	Молекулярные наноструктуры	- « -	1. Молекулярные наноструктуры – характеристика и классификация	1,4,5	6
5	Нанобиоаналитические системы	- « -	1. Основные аналитические характеристики сенсоров. 2. Биочипы	1,2,5	13
6	Нанотехнологии в молекулярной электронике и биоэлектронике	- « -	1. Генетические и клеточные биокомпьютеры. ДНК-компьютеры	1,4	4
7	Нанотехнологии и медицина	Подготовка презентаций рефератов и докладов. Контрольные вопросы Подготовка к тесту	1. Био-нанороботы. 2. Устройства адресной доставки лекарств 3. Фотодинамическая терапия.	1,5	12

## 6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студента преследует следующие цели:

- совершенствование навыков самообразовательной работы как основного пути повышения уровня образования;
- углубление и расширение знаний по предмету.

По дисциплине «Нанобиотехнологии» предлагаются следующие формы самостоятельной работы:

- а) изучение научно-методической литературы и учебного материала, предусмотренного рабочей программой, но не изложенного в лекциях;
- б) подготовка к контрольному опросу;
- в) написание рефератов;
- г) подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации.

### *Темы для самостоятельной работы*

1. Особенности физических взаимодействий на наномасштабах.
2. Квантовые размерные эффекты в нанобъектах.
3. Процессы получения нанобъектов «сверху - вниз». Литография.
4. Процессы получения нанобъектов «снизу - вверх».
5. Супрамолекулярная организация. Молекулярное распознавание.
6. Микроскопия как метод исследования и диагностики нанобъектов и наносистем
7. Углеродные наноматериалы.
8. Природные наносистемы в хранении, воспроизведении и реализации генетической информации клетки.
9. Наноструктуры, образуемые липидами. Монослои, мицеллы, липосомы.
10. Принцип самосборки в биологических системах. Использование биоструктур с уникальной геометрией в качестве темплатов для получения наноматериалов и наноструктур.
11. Применение вирусных структур как инструментов нанотехнологий.
12. Физико-химические основы потенциальных рисков при производстве и использовании наноматериалов.
13. Достижения в области наномедицины.
14. Нанотехнологии в регенеративной медицине.
15. Нанотехнологии в разработке пищевых продуктов.
16. Нанотехнологии с использованием нуклеиновых кислот.
17. Нанотехнологии в доставке лекарств.
18. Тканевая инженерия на наноструктурированных матрицах.
19. Принципы работы биологических молекулярных машин.
20. Безопасность продуктов и процессов nanoиндустрии.

### *Рекомендации по подготовке реферата*

Задача реферата – закрепить знания, полученные при изучении теоретического курса, и получить навыки самостоятельного изучения источников литературы. Реферат представляется в электронном и бумажном виде (формат А4), объемом 20 - 25 страниц.

Реферат выполняется по предложенным в рабочей программе темам и должен содержать следующие разделы: титульный лист, содержание, введение, основная часть, заключение, список использованной литературы. При подготовке реферата студенты используют учебную и специальную литературу, журнальные статьи, справочники. При защите реферата необходимо показать знание литературы по изучаемой проблеме, актуальность, указать основные разделы научного реферата и сущность излагаемых положений, сделать вывод, с обозначением практической и научной значимости темы исследования. Своевременное и качественное выполнение реферата возможно лишь при планомерной самостоятельной работе и посещении консультаций, расписание которых согласовывается со студентами.

Изложенное понимание реферата как целостного авторского текста определяет критерии его оценки: новизна текста; обоснованность выбора источника; степень раскрытия сущности вопроса; соблюдения требований к оформлению.

*Новизна текста:* а) актуальность темы исследования; б) новизна и самостоятельность в постановке проблемы, формулирование нового аспекта известной проблемы в установлении новых связей (межпредметных, внутрипредметных, интеграционных); в) умение работать с исследованиями, критической литературой, систематизировать и структурировать материал; г) явленность авторской позиции, самостоятельность оценок и суждений; д) стилевое единство текста, единство жанровых черт.

*Степень раскрытия сущности вопроса:* а) соответствие плана теме реферата; б) соответствие содержания теме и плану реферата; в) полнота и глубина знаний по теме; г) обоснованность способов и методов работы с материалом; е) умение обобщать, делать выводы, сопоставлять различные точки зрения по одному вопросу (проблеме).

*Обоснованность выбора источников:* а) оценка использованной литературы: привлечены ли наиболее известные работы по теме исследования (в т.ч. журнальные публикации последних лет, последние статистические данные, сводки, справки и т.д.).

*Соблюдение требований к оформлению:* а) насколько верно оформлены ссылки на используемую литературу, список литературы; б) оценка грамотности и культуры изложения (в т.ч. орфографической, пунктуационной, стилистической культуры), владение терминологией; в) соблюдение требований к объёму реферата

## **7. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)**

Не предусмотрена учебным планом

## **8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля):**

а) основная литература:

1. Абатурова А.М. Нанобиотехнологии [Электронный ресурс] / А. М. Абатурова, В. Багро [и др.]. - М: Бином. Лаборатория знаний, 2013. - 384 с. - Режим доступа: ЭБС "Айбук". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-9963-2291-6.
2. Нанобиотехнологии: практикум/ ред. А. Б. Рубин. -М.: Бином. Лаборатория знаний, 2012. -384 с. Нанобиотехнологии: практикум/ ред. А. Б. Рубин. -М.: Бином. Лаборатория знаний, 2012. -384 с. ISBN 978-5-9963-0627-5 (14 экз.).
3. [Гусев А.И.](#) Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А. И. Гусев. - 2-е изд., испр. - М. : Физматлит, 2007. - 414 с. ISBN 978-5-9221-0582-8 (9 экз.).

б) дополнительная литература:

1. Нанотехнологии. Наноматериалы. Наносистемная техника. Мировые достижения / ред. П. П. Мальцев. - М. : Техносфера, 2008. - 430 с. ISBN 978-5-94836-180-2 (1 экз.).
2. Шмид. Р. Наглядная биотехнология и генетическая инженерия [Электронный ресурс] / Р. Шмид. - М: Бином Лаборатория знаний", 2015. - 324 с. Режим доступа: ЭБС "Издательство "Лань". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-9963-2407-1.
3. Иммуно- и нанобиотехнология: учебное пособие /Э.Г.Деева, В.А.Галынкин, О.И.Кисилев и др.. – Спб,: «Перспектив науки», 2008. – 216 с. ISBN 978-5-903090-16-7 (2 экз.).
4. Эхуд Г. Нанобиотехнология: необъятные перспективы развития / Г. Эхуд ; пер. с англ. А. Е. Соловченко ; ред. Н. Л. Клячко. - М. : Науч. мир, 2011. - 149 с. - ISBN 978-5-91522-227-3 (1 экз.).
5. Зайцев С.Ю. Супрамолекулярные наноразмерные системы на границе раздела фаз: Концепции и перспективы для бионанотехнологий. – М.: ЛЕНАНД, 2010. – 208 с. ISBN 978-5-9710-0276-5 (1 экз.).

Кроме этого, студентам рекомендуется изучение периодических научных изданий: «Нанотехнологии и охрана здоровья», «Нанотехника», «Нанотехнологии: разработка, применение», «Нанотехнологии. Экология. Производство», «Коммерческая биотехнология».

в) программное обеспечение

DreamSpark Premium Electronic Software Delivery (3 years) Renewal (Windows 10 Education 32/64-bit (Russian) - Microsoft Imagine, Windows 7 Professional with Service Pack 1 32/64-bit (English) - Microsoft Imagine, Windows Server 2008 Enterprise and Standard without Hyper-V with SP2 32/64-bit (English) - Microsoft Imagine, Access 2016 32/64-bit (Russian) - Microsoft Imagine, Access 2010 32/64-bit (Russian) - Microsoft Imagine). Договор №03-016-14 от 30.10.2014г.

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 250-499. Форум Контракт №04-114-16 от 14ноября 2016г KES. Счет №РСЦЗ-000147 и АКТ от 23ноября 2016г Лиц.№1В08161103014721370444.

Microsoft Office Enterprise 2007 Russian Academic OPEN No Level. Номер Лицензии Microsoft 43364238.

Microsoft Windows XP Professional Russian Upgrade Academic OPEN No Level. Номер Лицензии Microsoft 41059241.

Office 365 профессиональный плюс для учащихся. Номер заказа: 36dde53d-7cdb-4cad-a87f-29b2a19c463e.

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. <http://elibrary.ru/defaultx.asp> - Научная электронная библиотека, крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 12 млн научных статей и публикаций.
2. <http://www.protein.bio.msu.ru/biokhimiya/index.htm> - Интернет версия международного журнала по биохимии и биохимическим аспектам молекулярной биологии, биоорганической химии, микробиологии, иммунологии, физиологии и биомедицинских исследований. Статьи в pdf-формате.
3. <http://molbiol.ru/protocol/> - описание большого количества физико-химических и молекулярно-генетических методов.
4. <http://tusearch.blogspot.com> - Поиск электронных книг, публикаций, законов, ГОСТов на сайтах научных электронных библиотек. В поисковике отобраны лучшие библиотеки, в большинстве которых можно скачать материалы в полном объеме без регистрации. В список включены библиотеки иностранных университетов и научных организаций.
5. <http://www.protocol-online.org/> - Сайт содержит хорошо структурированную коллекцию ссылок на протоколы методов (в основном, различных лабораторий). Имеется тематический форум.
6. <http://www.iacnano.ru> — Национальный информационно-аналитический центр «Нанотехнологии и наноматериалы»
7. [www.ncbi.nlm.nih.gov/PubMed](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/PubMed) - крупнейшая база научных данных в области биомедицинских наук MedLine
8. <http://www.rucont.ru/> Юрчук С.Ю.Компьютерное моделирование нанотехнологий, наноматериалов и наноструктур. Моделирование наносистем методами молекулярной динамики. /Курс лекций/ Изд-во: «МИСИС» 2013. (
9. <http://www.rucont.ru/> Беззубцева, М.М. Нанотехнологии в энергетике /учеб. пособие для бакалавров высш. учеб. заведений, — Санкт-Петербург. — : СПбГАУ, 2012
10. <http://www.nanoportal.ru> — Информационно аналитический портал по нанотехнологиям и наноматериалам
11. <http://www.nanojournal.ru> — Российский электронный наножурнал
12. <http://www.nanorf.ru> — Журнал «Российские нанотехнологии»
13. <http://popnano.ru> — "Популярные нанотехнологии"
14. <http://www.nanonewsnet.ru> — "Сайт о нанотехнологиях № 1 в России"

15. <http://www.nanoforum.org> — Европейский нанотехнологический портал
16. <http://www.kiae.ru> — Российский Научный Центр «Курчатовский Институт»
17. ЭБС «Издательство Лань». Адрес доступа <http://e.lanbook.com/>
18. ЭБС «Рукоонт».. Адрес доступа <http://rucont.ru/>
19. ЭБС «Айбукс». Адрес доступа <http://ibooks.ru>
20. ЭБС «Юрайт». Адрес доступа: <http://biblio-online.ru/>

### **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля):**

Материально-техническое обеспечение дисциплины базируется на следующих ресурсах:

- Аудитория для проведения занятий лекционного типа. Аудитория оборудована: *специализированной (учебной) мебелью* на 100 посадочных мест; оборудована *техническими средствами обучения*, служащими для представления учебной информации большой аудитории по дисциплине «Нанобиотехнологии»: проектор Epson EB-X05, экран Digis; *учебно-наглядными пособиями*, обеспечивающими тематические иллюстрации по дисциплине «Нанобиотехнологии» в количестве 5 шт., презентации по каждой теме программы.
- Аудитория для проведения занятий семинарского типа. Аудитория оборудована: *специализированной (учебной) мебелью* на 20 посадочных мест; оборудована *техническими средствами обучения*, служащими для представления учебной информации большой аудитории по дисциплине «Нанобиотехнологии»: проектор Epson EB-X03; Доска ДА-51 комбин. *учебно-наглядными пособиями*, обеспечивающими тематические иллюстрации по дисциплине «Нанобиотехнологии» в количестве 5 шт., презентации по каждой теме программы.
- Компьютерный класс (учебная аудитория) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, организации самостоятельной работы. Аудитория оборудована: *специализированной (учебной) мебелью* на 20 посадочных мест, доской меловой; оборудована *техническими средствами обучения*: Системный блок Pentium G850, Монитор BenQ G252HDA-1 шт.; Системный блок Athlon 2 X2 250, Монитор BenQ G252HDA – 8 шт.; Системный блок Pentium D 3.0GHz, Монитор Samsung 740N – 3 шт.; Моноблок IRU T2105P – 2 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор BenQ G955 – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор BenQ GL2250 – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор Samsung T200 HD – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор Samsung T190N – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор Samsung 740N – 1 шт.; Проектор BenQ MX503; экран ScreenVtdiaEcot. С неограниченным доступом к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.
- Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Аудитория оборудована: *специализированной мебелью* на 11 посадочных мест; Шкаф для документов - 3 шт.; Сейф – 1 шт.; Шкаф-купе - 2 шт.; Принтер цв. Canon LBR-5050 Laser Printer; Принтер Canon LBP-3010; Ноутбук Lenovo G580 – 1 шт. Микроскоп Биомед МС-1 – 10 шт., Микроскоп Биомед МС-2 – 2 шт., Микроскоп Биомед 2 Led – 8 шт., Микроскоп Levenhuk D870T – 1 шт., Микроскоп Биомед МС-2 Zoom – 21 шт, Микроскоп Olimpus CX21 – 1 шт., Микроскоп МБС-9 – 5 шт.

### **10. Образовательные технологии:**

При реализации различных видов учебной работы дисциплины используются как стандартные методы обучения, так и интерактивные формы проведения занятий.

*Стандартные методы обучения:*

- Информационная лекция
- Семинарские занятия, предназначенные для практического освоения студентами теоретических и практических методов;
- Самостоятельная работа студентов;

- Индивидуальные проблемные задания - поиск и анализ информации с формулированием выводов в рефератах;
  - Консультации преподавателя;
  - Подготовка ответов на контрольные вопросы и решение задач;
- Обучения с применением интерактивных форм образовательных технологий:*
- кейс-метод – обучение в контексте разбора конкретных ситуаций;
  - информационно-коммуникационные образовательные технологии – лекция-визуализация, представление рефератов и отчетов с использованием специализированных программных сред.

Все разделы дисциплины обеспечены контрольными материалами для текущей и промежуточной аттестации, которые представлены в электронно-образовательной среде Educa. Предусмотрена возможность проведения лекционных и практических занятий с использованием on-line видеоконференций (на платформах Zoom, BigBlueButton).

## 11. Оценочные средства (ОС):

### 11.1. Оценочные средства для входного контроля

#### *Вопросы для входного контроля*

1. Какие задачи стоят перед биологией на современном этапе?
2. Какие принципы положены в основу единства структурной организации живых организмов?
3. Что понимают под термином «скорость химической реакции»?
4. Какие виды мембран известны?
5. Назовите основные пути проникновения молекул и ионов через мембрану.
6. Влияет ли конформация белковых молекул на их УФ-чувствительность?
7. Перечислите основные типы фотохимических реакций, приводящих к различным повреждениям нуклеиновых кислот.
8. При нагревании скорость химической реакции: а) уменьшается; б) не меняется; в) сначала возрастает, потом падает; г) возрастает
9. Равновесие реакции смещается в сторону образования продуктов реакции при: а) увеличении концентрации исходных веществ; б) уменьшении концентрации исходных веществ; в) увеличении концентрации продуктов реакции; г) неизменных концентрациях всех веществ
10. Часть полного запаса энергии термодинамической системы, не связанная с положением ее в поле внешних сил или движением: а) внутренняя энергия; б) теплота; в) энтальпия; г) энтропия;
11. Параметр, величина которого увеличивается при переходе термодинамической системы из менее вероятного состояния в более вероятное: а) энтропия; б) энтальпия; в) давление; г) плотность
12. Размеры каких частиц изучает нанотехнология?

#### **Оценочные средства текущего контроля**

*Текущий контроль* проводится для оценки степени усвоения студентами учебных материалов, обозначенных в учебной рабочей программе, и контроля СРС. Назначение оценочных средств текущего контроля – выявить сформированность компетенций. Текущий контроль осуществляется в виде *непрерывного и рубежного* контроля. К непрерывному контролю относятся систематические проверки знаний и навыков студентов. Для этого используются следующие формы текущей аттестации: устный опрос,

реферативные работы, презентации, проверка выполнения контрольных задач. Рубежный контроль охватывает содержание части курса и проводится в середине семестра.

### ***Темы рефератов***

1. Продукция nanoиндустрии.
2. История развития нанотехнологии.
3. Нанотехнологии и безопасность.
4. Наноматериалы и нанопродукты.
5. Нанотехнологии в медицине, в сельском хозяйстве.
6. Биосенсорная технология.
7. Перспективы будущего развития нанобиотехнологии.
8. Фуллерены и углеродные нанотрубки. Структура и состав. Методы получения.
9. Электроника будущего на основе биотехнологий.
10. Новые методы введения лекарств.
11. Биодатчики в системе живых организмов.
12. Иммунохимические аналитические системы. Взаимодействие «антиген-антитело».
13. Атомно- силовая микроскопия.
14. Нанокompозиты. Общие методы получения нанокompозитов, возможности практического использования.
15. Нанотехнология на страже экологии.
16. Социальные последствия внедрения нанотехнологий.
17. Нанобиоматериалы на основе белков и пептидов.
18. Самособирающиеся наноструктуры на основе нуклеиновых кислот.
19. Синтез наноструктур с помощью микроорганизмов.
20. Биокатализ и нанобиотехнология.
21. Перспективы развития микросистемных биомедицинских аналитических и медицинских устройств.
22. Технологии массивированного параллельного секвенирования ДНК как стратегическая основа развития современной медицины
23. Процессы получения нанообъектов «сверху - вниз». Литография.
24. Процессы получения нанообъектов «снизу - вверх».
25. Диэлектрофорез . Основные принципы диэлектрофореза.
26. Фотофорез. Принципы лазерного фотофореза.
27. Оптофорез. Оптический пинцет.
28. Управление движением частиц с помощью магнитных полей. Магнитофорез  
Применения магнитофореза.
29. Микроскопия как метод исследования и диагностики нанообъектов и наносистем.
30. Биочипы. Принципы функционирования. Протеомный анализ.

### ***Контрольные вопросы для текущей аттестации***

1. Предмет и задачи нанобиотехнологии. Основные понятия и определения наук о наносистемах и нанобиотехнологии.
2. История возникновения нанотехнологии.
3. Примеры нанообъектов и наносистем, их технические приложения.
4. Объекты и методы нанобиотехнологии.
5. Принципы и перспективы развития нанобиотехнологии.
6. Наноматериалы и их классификация.
7. Нанопористые структуры.
8. Наночастицы.
9. Нанотрубки и нановолокна.
10. Нанодисперсии (коллоиды, нанокристаллы и нанокластеры).

11. Неорганические и органические функциональные наноматериалы.
12. Гибридные наноматериалы.
13. Наноструктурированные 1D, 2D и 3D материалы. Молекулярные сита.
14. Наноккомпозиты и их синергетические свойства. Композитные наноматериалы.
15. Процессы получения нанообъектов сверху вниз. Механоактивация и механосинтез.
16. Процессы получения нанообъектов снизу вверх.
17. Приемы получения наночастиц снизу вверх и их стабилизация.
18. Молекулярные наноструктуры – характеристика и классификация.
19. Особенности органических молекул как наноструктур.
20. Ферменты и биосенсоры.
21. Биомолекулярные комплексы: тубулярные бионаноструктуры,
22. Слоистые бионаноструктуры,
23. Гибридные бионаноструктуры, их сборка и самосборка.
24. Мицеллы и липосомы.
25. Управление движением и разделением частиц в жидкости. Особенности воздействия внешних полей на биологические частицы.
26. Диэлектрофорез. Основные принципы диэлектрофореза.
27. Электроротация.
28. Фотофорез. Принципы лазерного фотофореза.
29. Оптофорез. Оптический пинцет.
30. Управление движением частиц с помощью магнитных полей. Магнитофорез. Применения магнитофореза.
31. Сенсоры и биосенсоры. Трансдюсеры. Мультисенсорные системы.
32. Основные аналитические характеристики сенсоров. Каталитические и аффинные биосенсоры. Имобилизация биологического материала.
33. «Микросистемы полного анализа» и «лаборатория на чипе». Аналитические микрочипы (гибридизационные или матричные, микро- и нанофлюидные, гибридные микрочипы).
34. Получение гибридизационных микро- и наночипов. Принципы функционирования.
35. Микро- и нанофлюидные чипы. Функциональные элементы микро- и нанофлюидных чипов.
36. Конструкции аналитических микрочипов. Методы детектирования в микрочипах.
37. Электрофоретическое разделение ДНК на микрофлюидном чипе.
38. ПЦР на микрочипе. Пироквенирование.
39. Механизмы фотодинамических процессов с участием нуклеиновых кислот, белков, липидов.
40. Фотосенсибилизированные эффекты на клеточных системах. Фотодинамическая терапия.
41. Молекулярная память. Молекулярные и клеточные компьютеры.
42. Применение нанотехнологий для развития принципиально новых методов диагностики болезней человека.
43. Использование наноматериалов для адресной доставки лекарственных препаратов и терапевтических генов.
44. Био- нанороботы. Основные принципы создания бионанороботизированных систем. Управление нанороботами.
45. Молекулярные машины. Наноразмерные исполнительные механизмы. АТФ-синтаза.
46. Продукты питания, созданные с использованием нанотехнологий.
47. Как изменится жизнь с помощью нанотехнологий в конце ХХI века.
48. Качественные лекарства с помощью нанотехнологий.

### *Демонстрационные варианты тестов*

1. Что означает слово «нано»?
  - а) одну девятую часть
  - б) одну сотую часть
  - в) одну миллиардную часть
  
2. Наночастицы имеют размер:
  - а) от одного до ста нанометров
  - б) от одного до двух нанометров
  - б) одного до миллиарда нанометров
  
3. Что такое способ получения наночастиц «сверху вниз»?
  - а) исходный материал бросают с большой высоты, и он распадается на наночастицы
  - б) исходный материал измельчают до тех пор, пока его частицы не станут наноразмерными
  - в) на исходный материал сверху бросают что-нибудь тяжелое, и он распадается на наночастицы
  
4. Что такое способ получения наночастиц «снизу вверх»?
  - А) исходный материал подбрасывают вверх и он распадается на наночастицы
  - Б) исходный материал сверлят снизу до получения наночастиц
  - В) наночастицы получают, объединяя отдельные атомы
  
5. Наношприц сделан на основе:
  - А) нанотрубки
  - Б) фуллерена
  - В) молекулы искусственного белка
  
6. Как называется устройство для сборки наномеханизмов?
  - А) дизассемблер
  - Б) ассемблер
  - В) икосаэдр
  
7. Фуллерен состоит из атомов:
  - А) кислорода
  - Б) водорода
  - В) углерода
  
8. Молекула фуллерена C<sub>60</sub> похожа:
  - А) на футбольный мяч
  - Б) на спираль
  - В) на дерево
  
9. Толщина однослойной углеродной нанотрубки:
  - А) миллион атомов углерода
  - Б) сто атомов углерода
  - В) один атом углерода
  
10. Фуллерены и углеродные нанотрубки получают из:
  - А) графита
  - Б) алмаза
  - В) бумаги

11. При какой температуре образуются фуллерены и нанотрубки?  
А) при низкой температуре  
Б) при комнатной температуре  
В) при высокой температуре
12. Наночастицы какого металла эффективно борются с бактериями и вирусами?  
А) железа  
Б) серебра  
В) алюминия
13. С помощью нанобиотехнологии можно создавать лекарства:  
А) специально для каждого человека, учитывая особенности его организма  
Б) одно лекарство от всех болезней для всех людей  
В) в эпоху нанотехнологии лекарства людям будут не нужны
14. Медицинские нанороботы будут:  
А) разбирать больной орган человека на отдельные клетки, удалять больные клетки, а потом собирать орган  
Б) лечить больные клетки человека, двигаясь по его кровеносным сосудам  
В) заменят людей-врачей и будут вести прием в поликлиник
15. В микроскоп видно, что поверхность листьев лотоса:  
А) абсолютно гладкая  
Б) покрыта ровными бороздками  
В) сплошь покрыта выпуклыми бугорками
16. Со стекла с «эффектом лотоса»:  
А) скатываются капли воды, а грязь задерживается  
Б) скатываются и капли воды, и частицы любой грязи  
В) скатываются частицы грязи, а вода задерживается
17. Лапки геккона покрыты:  
А) миллионами волосков, расщепленных на миллиарды нановолокон  
Б) сотнями крошечных шишечек  
В) ничем не покрыты, совершенно гладкие
18. «Geckel» — это материал, в котором:  
А) клей геккона соединен со способом передвижения мидий  
Б) клей мидий соединен со способом передвижения геккона  
В) это новый сорт мороженого
19. Что скрывается под словом «нанобиореактор»:  
А) растение  
Б) дельфин  
В) бактерия или вирус
20. Как можно использовать в нанотехнологиях вирус табачной мозаики?  
А) в качестве наномозаики  
Б) в качестве наноконтейнера и наноэлектрода  
В) в качестве наноклея

### 11.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации

*Промежуточная аттестация* проходит в форме зачета (7 семестр), к которому допускаются студенты, выполнившие в полном объеме аудиторную нагрузку, самостоятельную работу и успешно сдавшие промежуточную аттестацию. Студенты, имеющие задолженность, должны выполнить все обязательные виды деятельности, и только затем сдают зачет.

#### *Примерный список вопросов для зачета*

1. Предмет и задачи нанобиотехнологии. История возникновения нанотехнологии.
2. Принципы и перспективы развития нанобиотехнологии.
3. Наноматериалы и их классификация.
4. Равновесные и неравновесные наноструктуры.
5. Кластеры: немонотонная зависимость свойств от количества атомов в кластере (примеры), верхняя и нижняя граница размеров кластера. Металлические кластеры. Молекулярные кластеры.
6. Нанотрубки и нановолокна.
7. Неорганические и органические функциональные наноматериалы.
8. Наноструктурированные 1D, 2D и 3D материалы. Молекулярные сита.
9. Нанокompозиты и их синергетические свойства.
10. Процессы получения нанообъектов сверху вниз. Механоактивация и механосинтез.
11. Процессы получения нанообъектов снизу вверх.
12. Самосборка и самоорганизация. Мицеллообразование. Самособирающиеся монослои.
13. Оптическая микроскопия и поляриметрия ближнего поля.
14. Методы конфокальной микроскопии.
15. Методы лазерной сканирующей микроскопии.
16. Методы многофотонной микроскопии.
17. Методы зондовой микроскопии.
18. Атомно- силовая микроскопия.
19. Сравнение аналитических характеристик и эффективности различных методов, применяемых для детекции наночастиц в биообъектах.
20. Особенности отбора биологического материала для детекции наночастиц в биологических жидкостях, клетках, срезах тканей животных и растений различными физико-химическими методами.
21. Биомолекулы как наноструктуры: нуклеиновые кислоты, белки.
22. Биомолекулярные комплексы: тубулярные бионаноструктуры.
23. Слоистые бионаноструктуры.
24. Гибридные бионаноструктуры, их сборка и самосборка.
25. Транспорт неэлектролитов через природные мембранные нанопоры
26. Управление движением и разделением частиц в жидкости. Особенности воздействия внешних полей на биологические частицы (макромолекулы, клетки).
27. Диэлектрофорез. Основные принципы диэлектрофореза.
28. Фотофорез. Принципы лазерного фотофореза.
29. Оптофорез. Оптический пинцет.
30. Магнитофорез. Магнитные частицы. Применения магнитофореза.
31. Сенсоры и биосенсоры. Трансдюсеры. Мультисенсорные системы.
32. Основные аналитические характеристики сенсоров. Каталитические и аффинные биосенсоры. Имобилизация биологического материала.
33. «Микросистемы полного анализа», «лаборатория на чипе».
34. Получение гибридных микро- и наночипов. Принципы функционирования.

35. Микро- и нанофлюидные чипы. Функциональные элементы микро- и нанофлюидных чипов.
36. Анализ нуклеиновых кислот. Электрофоретическое разделение ДНК на микрофлюидном чипе.
37. Обнаружение отдельных молекул и частиц. Наночастицы – носители иммобилизованных объектов.
38. Применение квантовых точек при обнаружении биологических объектов.
39. Молекулярная память. Молекулярные и клеточные компьютеры. ДНК-компьютеры.
40. Применение нанотехнологий для развития принципиально новых методов диагностики и лечения болезней человека.
41. Использование наноматериалов для адресной доставки лекарственных препаратов и терапевтических генов.
42. Применение нанотехнологий в медицине для преодоления барьеров несовместимости.
43. Нанороботы. Био-нанороботы. Основные принципы создания бионанороботизированных систем. Управление нанороботами.
44. Молекулярные машины. Наноразмерные исполнительные механизмы. АТФ-синтаза.
45. Кинезин, миозин, жгутиковый молекулярный двигатель.
46. Неорганические (химические) молекулярные двигатели.
47. Самосборка нанороботов. «Дорожная карта» развития био- нанороботов.
48. Проблемы внедрения нанотехнологии в промышленное производство.
49. Нанотехнологии и проблемы окружающей среды.
50. Развитие системы нанобиобезопасности в России и мире. Физико-химические свойства наночастиц, с которыми связывают потенциальные медико-биологические риски.

**Разработчик:**

\_\_\_\_\_ доцент Юринова Г.В.  
(подпись)

Программа рассмотрена на заседании кафедры физико-химической биологии, биоинженерии и биоинформатики

Протокол № 11 от 18 февраля 2020 г.

Зав.кафедрой \_\_\_\_\_ проф. Саловарова В.П.

**Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы**