

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета  Небольсин В.А.
«27» июня 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«Нанотехнологии в биомедицине»

Направление подготовки 12.03.04 БИОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И
ТЕХНОЛОГИИ

Профиль Биотехнические и медицинские аппараты и системы

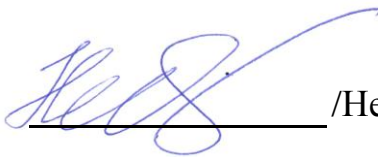
Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года / 5 лет

Форма обучения очная / заочная

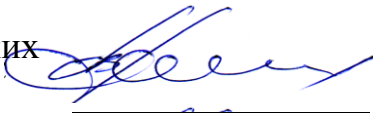
Год начала подготовки 2017

Автор программы



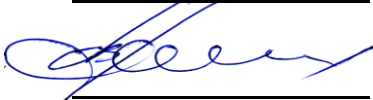
/Нелюбов В.М./

Заведующий кафедрой
Системного анализа и
управления в медицинских
системах



/Родионов О.В./

Руководитель ОПОП



/Родионов О.В./

Воронеж 2017

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины приобретение студентами знаний различных инженерных специальностей и существующих перспективных разработок, необходимых для решения проблем, связанных с освоением нанообъектов, наноматериалов и нанотехнологий в областях материаловедения, биологии и медицины.

1.2. Задачи освоения дисциплины

- получить основные представления о понятиях и определениях нанонауки, нанотехнологиях, нанообъектах и наноматериалах;
- освоить особенности физических, химических, технологических свойств нанообъектов;
- составить представление об основных методах изготовления и анализа наноструктур;
- ознакомиться с областями применения физических и физико-химических исследований свойств биоматериалов в целях разработки критериев их применения в нанобиотехнологии и биотехнических системах;
- составить представление об основных типах и свойствах наноструктурированных биоматериалов, применяемых в конструкциях внутрикостных имплантатов;
- ознакомиться с основными направлениями развития биотехнологии.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Нанотехнологии в биомедицине» относится к дисциплинам вариативной части (дисциплина по выбору) блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Нанотехнологии в биомедицине» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-7 - способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности

ПК-2 - готовностью к участию в проведении медико-биологических, экологических и научно-технических исследований с применением технических средств, информационных технологий и методов обработки результатов

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-7	знать основные представления о нанотехнологиях, нанообъектах и наноматериалах, применяемых в биомедицине
	уметь находить и оперировать необходимой информацией в области бионанотехнологий.
	владеть навыками составления плана решения поставленной задачи в области нанобиомедицины,

	включающем в себя выбор необходимых технологий, материалов, технических средств
ПК-2	знать способы и технологии получения наноносителей и наноструктурированных макро тел
	уметь использовать методы и технологии получения наноструктур
	владеть аппаратными методами нанодиагностики

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Нанотехнологии в биомедицине» составляет 3 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		8
Аудиторные занятия (всего)	48	48
В том числе:		
Лекции	24	24
Практические занятия (ПЗ)	24	24
Самостоятельная работа	60	60
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	108	108
зач.ед.	3	3

зочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		10
Аудиторные занятия (всего)	10	10
В том числе:		
Лекции	4	4
Практические занятия (ПЗ)	6	6
Самостоятельная работа	94	94
Контрольная работа	+	+
Часы на контроль	4	4
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	108	108
зач.ед.	3	3

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Общие понятия о нанотехнологиях. Применение нанотехнологий в биомедицине	Общие понятия о нанотехнологиях. Определение понятия «нанотехнологии» Исторические сведения о развитии нанотехнологий. Применение нанотехнологий в биомедицине (адресная доставка лекарств, диагностика, тканевая инженерия). Обзор литературы, а также российских и зарубежных сайтов по нанотехнологиям в биологии и медицине.	4	4	12	20
2	Нанотехнологии в адресной доставке лекарств	Преимущества систем адресной доставки лекарственных препаратов посредством наноносителей. Конъюгаты наноносителей с лигандами. Наноносители в биомедицине. Липосомы и липидные наночастицы. Дендримеры. Углеродные нанотрубки (УНТ) и фуллерены в качестве носителей лекарственных препаратов. Применение вирусных векторов и вирусоподобных частиц в качестве носителей лекарственных препаратов. Применение нановолокон для адресной доставки лекарств. Способы получения нановолокон. Электроспиннинг. Активация и доставка лекарств под действием физико-химических факторов. Наноструктуры в качестве молекулярных наномоторов. Нанороботы. Наноструктуры в лечении рака.	6	6	12	24
3	Нанотехнологии в биомедицинской диагностике	Использование наноструктур для ранней диагностики различных заболеваний. Квантовые точки. Наноконтейнеры, наночастицы золота, парамагнитные наночастицы в диагностике и лечении заболеваний. Применение наночастиц соединений железа в диагностике и лечении болезней. Микро- и нано-сенсоры в биомедицине. Наноструктуры в ранней диагностике рака.	6	6	12	24
4	Нанотехнологии в тканевой инженерии и регенеративной медицине.	Нанотехнологии в тканевой инженерии и регенеративной медицине. Основные этапы тканевой инженерии. Внеклеточный матрикс (ВКМ). Создание матриц как искусственного аналога ВКМ в тканевой инженерии. Функции наноструктурированных матриц в тканевой инженерии (регенерация костной и хрящевой ткани, регенерация сосудистой и нервной ткани, регенерация ткани сердечной мышцы). 3-D нанопринтеры в тканевой инженерии (биопринтинг)	4	4	12	20
5	Аппаратные методы нанотехнологий	Некоторые аппаратные методы, используемые в биомедицинских нанотехнологиях. Сканирующая зондовая микроскопия (СЗМ). Применение оптических пинцетов для удержания и перемещения микро- и	4	4	12	20

		наноразмерных объектов в биомедицине. Применение различных видов литографии для создания наноструктур.				
Итого			24	24	60	108

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Общие понятия о нанотехнологиях. Применение нанотехнологий в биомедицине	Общие понятия о нанотехнологиях. Определение понятия «нанотехнологии» Исторические сведения о развитии нанотехнологий. Применение нанотехнологий в биомедицине (адресная доставка лекарств, диагностика, тканевая инженерия). Обзор литературы, а также российских и зарубежных сайтов по нанотехнологиям в биологии и медицине.	1	1	18	20
2	Нанотехнологии в адресной доставке лекарств	Преимущества систем адресной доставки лекарственных препаратов посредством наноносителей. Конъюгаты наноносителей с лигандами. Наноносители в биомедицине. Липосомы и липидные наночастицы. Дендримеры. Углеродные нанотрубки (УНТ) и фуллерены в качестве носителей лекарственных препаратов. Применение вирусных векторов и вирусоподобных частиц в качестве носителей лекарственных препаратов. Применение нановолокон для адресной доставки лекарств. Способы получения нановолокон. Электроспиннинг. Активация и доставка лекарств под действием физико-химических факторов. Наноструктуры в качестве молекулярных наномоторов. Нанороботы. Наноструктуры в лечении рака.	1	1	18	20
3	Нанотехнологии в биомедицинской диагностике	Использование наноструктур для ранней диагностики различных заболеваний. Квантовые точки. Наноконтейнеры, наночастицы золота, парамагнитные наночастицы в диагностике и лечении заболеваний. Применение наночастиц соединений железа в диагностике и лечении болезней. Микро- и нано-сенсоры в биомедицине. Наноструктуры в ранней диагностике рака.	1	1	18	20
4	Нанотехнологии в тканевой инженерии и регенеративной медицине.	Нанотехнологии в тканевой инженерии и регенеративной медицине. Основные этапы тканевой инженерии. Внеклеточный матрикс (ВКМ). Создание матриц как искусственного аналога ВКМ в тканевой инженерии. Функции наноструктурированных матриц в тканевой инженерии (регенерация костной и хрящевой ткани, регенерация сосудистой и нервной ткани, регенерация ткани сердечной мышцы). 3-D нанопринтеры в тканевой инженерии (биопринтинг)	0	2	20	22
5	Аппаратные методы нанотехнологий	Некоторые аппаратные методы, используемые в биомедицинских нанотехнологиях. Сканирующая зондовая микроскопия (СЗМ). Применение оптических пинцетов для	1	1	20	22

		удержания и перемещения микро- и наноразмерных объектов в биомедицине. Применение различных видов литографии для создания наноструктур.				
Итого			4	6	94	104

5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы для очной формы обучения.

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение контрольной работы в 10 семестре для заочной формы обучения.

Примерная тематика контрольной работы: «Нанотехнологии в медицине»

Задачи, решаемые при выполнении контрольной работы:

- Основные задачи применения нанотехнологий в биомедицине
- Наночастицы для адресной доставки лекарств. Их характеристики и способы получения.
- Применение квантовых точек (КТ) в биомедицинской диагностике.
- Основные этапы тканевой инженерии
- Атомно-силовые сканирующие микроскопы и их использование для анализа наноструктур.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ОПК-7	знать основные представления о нанотехнологиях, наночастицах и наноматериалах, применяемых в биомедицине	Контрольная работа на практических занятиях. Тестирование знаний теоретического материала. Оценка знания о нанотехнологиях, наночастицах и наноматериалах, применяемых в	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

		биомедицине		
	уметь находить и оперировать необходимой информацией в области бионанотехнологий.	Активная работа на практических занятиях. Оценка умения находить и оперировать необходимой информацией в области бионанотехнологий.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками составления плана решения поставленной задачи в области нанобиомедицины, включающем в себя выбор необходимых технологий, материалов, технических средств	Оценка на практических занятиях владения навыками составления плана решения поставленной задачи в области нанобиомедицины	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-2	знать способы и технологии получения наночастиц и наноструктурированных макро тел	Контрольная работа на практических занятиях. Тестирование знаний теоретического материала. Оценка знания о способах и технологиях получения наночастиц и наноструктурированных макро тел	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь использовать методы и технологии получения наноструктур	Активная работа на практических занятиях. Оценка умения использовать методы и технологии получения наноструктур	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть аппаратными методами нанодиагностики	Оценка на практических занятиях владения аппаратными методами нанодиагностики	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 8 семестре для очной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ОПК-7	знать основные представления о нанотехнологиях, наночастицах и наноматериалах, применяемых в биомедицине	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь находить и оперировать необходимой информацией в области бионанотехнологий.	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	владеть навыками составления плана решения поставленной задачи в области нанобиомедицины, включающем в себя выбор необходимых технологий, материалов, технических средств	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-2	знать способы и технологии получения наночастиц и наноструктурированных макро тел	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь использовать методы и технологии получения наноструктур	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть аппаратными методами нанодиагностики	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

- Один нанометр равен
 - 10^{-6} м
 - 10^{-9} м
 - 10^{-12} м
- Нанотехнологии оперируют с объектами, размеры которых
 - 1-100 нм хотя бы в одном измерении
 - 1-100 нм во всех трех измерениях
 - 1-10 нм во всех трех измерениях
- Одним из создателей понятия «нанотехнологии» является
 - А. Эйнштейн
 - Э. Дрекслер
 - Н. Виннер
- Какие из перечисленных объектов не используются в качестве наночастиц при адресной доставке лекарств?
 - графты
 - дендримеры
 - углеродные нанотрубки
- Конъюгат – это
 - наночастица галия
 - искусственно созданная наночастица (молекула) в которой соединены наночастицы (молекулы) с разными свойствами
 - наночастица из двух концентрических нанотрубок
- Липосомы имеют форму
 - нити

- полый сферы
- полый трубки
- 7. Дендримеры
 - гидрофильны
 - гидрофобны
 - в зависимости от свойств мономеров, используемых при сборке, могут быть как гидрофильными, так и гидрофобными.
- 8. Углеродные нанотрубки (УНТ) станут водорастворимыми, если
 - предварительно обработать их водяным паром
 - присоединить к ним гидрофильный лиганд
 - облучить их ультрафиолетовым излучением
- 9. Вирус может быть использован в качестве наноносителя для адресной доставки лекарств, если
 - присоединить лекарственный лиганд к его хвосту.
 - присоединить лекарственный лиганд к поверхности его капсида.
 - нейтрализовать или удалить генетический материал в его капсиде, поместив в капсид терапевтический материал.
- 10. Скаффолд в тканевой инженерии это
 - искусственная матрица – аналог внеклеточного матрикса (ВКМ)
 - специальный гель для склеивания тканевых сфероидов
 - выращенный орган перед его переносом в организм

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Нановолокна могут иметь длину
 - до нескольких нанометров
 - до нескольких миллиметров
 - до нескольких километров
2. Липосомы
 - гидрофильны
 - гидрофобны
 - в зависимости от способа их получения могут быть как гидрофильными, так и гидрофобными
3. Фуллерены состоят из атомов
 - кремния
 - фосфора
 - углерода
4. Фотостабильность выше у органических люминофоров или у квантовых точек (КТ)?
 - квантовых точек (КТ)
 - органических люминофоров
 - практически одинакова
5. Нагрев наночастиц золота при селективном уничтожении раковых клеток осуществляется
 - ультразвуком
 - лазерным излучением

- сильным магнитным полем
- 6. Графт в тканевой инженерии это
 - графитовая подложка для выращивания скаффолда
 - искусственно выращенный орган или ткань
 - тканевый сфероид
- 7. При биопринтинге, в отличие от классической тканевой инженерии, не используются
 - стволовые клетки
 - биореактор
 - скаффолд
- 8. Кантилевер это
 - упругая консоль с острым зондом на конце
 - устройство для перемещения образца в зондовой микроскопии
 - острая металлическая игла
- 9. Какое из перечисленных устройств не является сканирующим зондовым микроскопом (СЗМ)
 - туннельный микроскоп
 - атомно-силовой микроскоп
 - электронный микроскоп
 - ближнепольный оптический микроскоп
- 10. Оптический пинцет представляет собой
 - сделанный по технологии МЭМС пинцет из оптически прозрачного материала
 - один или несколько сфокусированных лазерных пучков
 - пинцет с установленными на его лапках миниатюрным полупроводниковым лазером и фотоприемником

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Стенки липосом состоят из
 - одинарного фосфолипидного слоя
 - двойного фосфолипидного слоя
 - тройного фосфолипидного слоя
2. Дендримеры имеют форму
 - полый сферы
 - трехмерной симметричной древообразной с регулярными ветвлениями структуры
 - двумерного монослоя
3. Укажите не используемый при сборке дендримеров способ
 - дивергентный
 - конвергентный
 - лазерной абляции
4. Способы получения нановолокон (указать не существующий)
 - самосборка
 - разделение фаз

- пролиферация
 - электроспиннинг
5. Укажите способ получения наиболее чистых углеродных нанотрубок (УНТ)
- химическое парафазное осаждение
 - лазерная абляция
 - электрическая дуга
6. Две квантовые точки (КТ), одинаковые по составу, но имеющие разные размеры, были возбуждены от одного и того же источника. Длина волны их люминесцирующего излучения
- одинакова у обеих КТ
 - у КТ с большими размерами будет больше
 - у КТ с большими размерами будет меньше
7. Наночастицы оксида железа не применяются
- для адресной доставки лекарств
 - при лечении раковых заболеваний
 - при построении скаффолда в тканевой инженерии
8. В тканевой инженерии дифференцировка стволовых клеток происходит
- во время их отбора и культивирования
 - во время их нанесения на скаффолд
 - в биореакторе
9. Какой из сканирующих зондовых микроскопов не применим для исследования биологических объектов?
- туннельный
 - атомно-силовой
 - ближнепольный оптический
10. Каким из устройств можно измерить силу взаимодействия между двумя молекулами
- оптическим пинцетом
 - тензодатчиком
 - граммометром

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Общие понятия о нанотехнологиях и решаемые с помощью них задачи.
2. Применение нанотехнологий в биомедицине
3. Преимущества адресной доставки лекарственных препаратов посредством наноносителей.
4. Наноносители, используемые при адресной доставки лекарств (обзор).
5. Липосомы и липидные наночастицы. Их свойства и способы получения.
6. Дендримеры. Их свойства и способы получения.

7. Углеродные нанотрубки (УНТ) и фуллерены. Их свойства и способы получения.
8. Вирусные векторы и вирусоподобные частицы (ВЧ) в качестве носителей лекарственных препаратов.
9. Применение нановолокон для адресной доставки лекарств. Способы получения нановолокон. Электроспиннинг.
10. Активация и доставка лекарств под действием физико-химических факторов.
11. Использование наноструктур для задач ранней диагностики (обзор).
12. Квантовые точки. Их строение и свойства.
13. Наночастицы золота в диагностике и лечении заболеваний.
14. Наночастицы соединений железа в диагностике и лечении заболеваний.
15. Наноструктуры в ранней диагностике и лечении рака.
16. Микро- и нано-сенсоры в биомедицинской диагностике.
17. Основные этапы тканевой инженерии.
18. Способы создания скаффолда (искусственного аналога внеклеточного матрикса).
19. 3-D нанопринтеры в тканевой инженерии (биопринтинг).
20. Аппаратные методы, используемые в биомедицинских нанотехнологиях. Сканирующие зондовые микроскопы (СЗМ).
21. Оптические пинцеты, их применение для удержания и перемещения микро- и наноразмерных объектов в биомедицине.

7.2.5 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

Не предусмотрено учебным планом

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Зачет проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом. Максимальное количество набранных баллов – 10.

1. «Не зачтено», т.е. оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 5 баллов.

2. «Зачтено» ставится в случае, если студент набрал от 5 до 10 баллов, («Удовлетворительно» - 5-6 баллов, «Хорошо» - 7-8 баллов, «Отлично» - 9-10 баллов).

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Общие понятия о нанотехнологиях. Применение нанотехнологий в биомедицине	ОПК-7, ПК-2	Тест, контрольная работа, защита реферата
2	Нанотехнологии в адресной доставке лекарств	ОПК-7, ПК-2	Тест, контрольная работа, защита реферата

3	Нанотехнологии в биомедицинской диагностике	ОПК-7, ПК-2	Тест, контрольная работа, защита реферата
4	Нанотехнологии в тканевой инженерии и регенеративной медицине.	ОПК-7, ПК-2	Тест, контрольная работа, защита реферата
5	Аппаратные методы нанотехнологий	ОПК-7, ПК-2	Тест, контрольная работа, защита реферата

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Наноструктуры в биомедицине: сб. под ред. К. Гонсалвес, 3-е изд. (электронное). «Лаборатория знаний», 2015.

2. Глик Б., Пастернак Дж. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение. М., Мир, 2002.

3. Миронов В.Л., Основы сканирующей зондовой микроскопии, РАН, ИФМ, 2004.

4. Витязь П.А. Основы нанотехнологий и наноматериалов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Витязь П.А., Свидунович Н.А.— Электрон. текстовые данные.— Минск: Вышэйшая школа, 2010.— 302 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20108.html>.— ЭБС «IPRbooks»

5. Основы нанотехнологий. Часть 1. Микро- и нанотехнологии для биологических и медицинских исследований. Часть 2. Капельная микрофлюидика [Электронный ресурс]: учебное пособие/ К.И. Белоусов [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2015.— 55 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/71496.html>.— ЭБС «IPRbooks»

6. Поляков В.В. Биомедицинские нанотехнологии [Электронный

ресурс]: учебное пособие/ Поляков В.В.— Электрон. текстовые данные.— Ростов-на-Дону, Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2018.— 129 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/87704.html>.— ЭБС «IPRbooks»

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Microsoft Office

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Компьютерный класс, оснащенный персональными компьютерами с установленными на них программным обеспечением (Microsoft Office), а также с выходом в Интернет

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Нанотехнологии в биомедицине» читаются лекции, проводятся практические занятия.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков применения нанотехнологий в биомедицине. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает

	следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начинаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.