

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан ФРТЭ  Небольсин В.А.
«16» декабря 2022 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 / 4 года 11 месяцев

Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2023

Автор программы


/Коровин Е.Н./

Заведующий кафедрой
Системного анализа и
управления в медицинских
системах


/Коровин Е.Н./

Руководитель ОПОП


/Новикова Е.И./

Воронеж 2022

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 части, формируемой участниками образовательных отношений (дисциплина по выбору) блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

ПК-3 - Способность к внедрению технологических процессов производства, метрологического обеспечения и контроля качества медицинских изделий и биотехнических систем

ПК-6 - Способность участвовать в разработке документации для выполнения контроля качества, сервисного и постпродажного обслуживания биотехнических систем и медицинских изделий

ПК-7 - Способность осуществлять мероприятия по обслуживанию медицинской техники

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-3	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
ПК-6	знать способы и технологии получения наноносителей и наноструктурированных макро тел
	уметь использовать методы и технологии получения наноструктур
	владеть аппаратными методами нанодиагностики
ПК-7	знать общие подходы применения нанотехнологий в биомедицинской диагностике
	Уметь применять аппаратные методы в биомедицинских нанотехнологиях
	владеть навыками выбора необходимых технологий, материалов, технических средств для обслуживания медицинской техники

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
		5
Аудиторные занятия (всего)	54	54
В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	36	36
Самостоятельная работа	54	54
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	108	108
зач.ед.	3	3

зочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		7
Аудиторные занятия (всего)	6	6
В том числе:		
Лекции	2	2
Практические занятия (ПЗ)	4	4
Самостоятельная работа	98	98
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.	2	6	12	20
2	Нанотехнологии в адресной доставке лекарств	Преимущества систем адресной доставки лекарственных препаратов посредством наночастиц. Конъюгаты наночастиц с лигандами. Наночастицы 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.	4	6	12	22
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.	4	8	10	22
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	8	10	22

5	Аппаратные методы нанотехнологий	Некоторые аппаратные методы, используемые в биомедицинских нанотехнологиях. Сканирующая зондовая микроскопия (СЗМ). Применение оптических пинцетов для удержания и перемещения микро- и наноразмерных объектов в биомедицине. Применение различных видов литографии для создания наноструктур.	4	8	10	22
Итого			18	36	54	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.	0,5	0,5	18	19
2	Нанотехнологии в адресной доставке лекарств	Преимущества систем адресной доставки лекарственных препаратов посредством наночастиц. Конъюгаты наночастиц с лигандами. Наночастицы 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.	0,5	1	20	21,5
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.	0	1	20	21
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	0,5	1	20	21,5

		(биопринтинг)				
5	Аппаратные методы нанотехнологий	Некоторые аппаратные методы, используемые в биомедицинских нанотехнологиях. Сканирующая зондовая микроскопия (СЗМ). Применение оптических пинцетов для удержания и перемещения микро- и наноразмерных объектов в биомедицине. Применение различных видов литографии для создания наноструктур.	0,5	0,5	20	21
Итого			2	4	98	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.

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
ПК-3	знать основные представления о нанотехнологиях, нанообъектах и наноматериалах, применяемых в биомедицине	Контрольная работа на практических занятиях. Тестирование знаний теоретического материала. Оценка знания о нанотехнологиях, нанообъектах и наноматериалах, применяемых в биомедицине	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	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	Оценка на практических занятиях владения	Выполнение работ в срок,	Невыполнение работ в срок,

	решения поставленной задачи в области нанобиомедицины	навыками составления плана решения поставленной задачи в области нанобиомедицины	предусмотренный в рабочих программах	предусмотренный в рабочих программах
ПК-6	знать способы и технологии получения наноносителей и наноструктурированных макро тел	Контрольная работа на практических занятиях. Тестирование знаний теоретического материала. Оценка знания о способах и технологиях получения наноносителей 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
ПК-7	знать общие подходы применения нанотехнологий в биомедицинской диагностике	Контрольная работа на практических занятиях. Тестирование знаний теоретического материала. Оценка знания о способах и технологиях получения наноносителей и наноструктурированных макро тел	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь применять аппаратные методы в биомедицинских нанотехнологиях	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 навыками выбора необходимых технологий, материалов, технических средств для обслуживания медицинской техники	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
ПК-3	знать основные представления о нанотехнологиях, нанообъектах и наноматериалах,	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%

	применяемых в биомедицине			
	уметь находить и оперировать необходимой информацией в области бионанотехнологий	Решение стандартных практических задач	Продемонстрировать верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть навыками составления плана решения поставленной задачи в области нанобиомедицины	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрировать верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-6	знать способы и технологии получения наноносителей и наноструктурированных макро тел	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь использовать методы и технологии получения наноструктур	Решение стандартных практических задач	Продемонстрировать верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть аппаратными методами нанодиагностики	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрировать верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-7	знать общие подходы применения нанотехнологий в биомедицинской диагностике	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Уметь применять аппаратные методы в биомедицинских нанотехнологиях	Решение стандартных практических задач	Продемонстрировать верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть навыками выбора необходимых технологий, материалов, технических средств для обслуживания медицинской техники	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрировать 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

1. Один нанометр равен

- 10^{-6} м

- 10^{-9} м

- 10^{-12} м

2. 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

3. Одним из создателей понятия «нанотехнологии» является

- А. Эйнштейн

- Э. Дрекслер

- Н. Виннер

4. Какие из перечисленных объектов не используются в качестве наноносителей при адресной доставке лекарств?

- графты

- дендримеры

- углеродные нанотрубки

5. Конъюгат – это

- наночастица галия

- искусственно созданная наночастица (молекула) в которой соединены наночастицы (молекулы) с разными свойствами

- наноноситель из двух concentрических нанотрубок

6. 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 подготовки к экзамену

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	ПК-3, ПК-6, ПК-7	Тест, контрольная работа, защита реферата
2	Нанотехнологии в адресной доставке лекарств	ПК-3, ПК-6, ПК-7	Тест, контрольная работа, защита реферата
3	Нанотехнологии в биомедицинской диагностике	ПК-3, ПК-6, ПК-7	Тест, контрольная работа, защита реферата
4	Нанотехнологии в тканевой инженерии и регенеративной медицине.	ПК-3, ПК-6, ПК-7	Тест, контрольная работа, защита реферата
5	Аппаратные методы нанотехнологий	ПК-3, ПК-6, ПК-7	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 начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.