

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Факультет нано- и биомедицинских технологий

УТВЕРЖДАЮ:  
Проректор по учебно-методической работе,  
профессор  
Е.Г. Дина

« 31 » августа 2016 г.

Рабочая программа дисциплины  
**Биомедицинские нанотехнологии**

Направление подготовки бакалавриата  
03.03.02 «Физика»

Профили подготовки бакалавриата  
«Медицинская физика»  
«Компьютерные технологии в медицинской физике»

Квалификация выпускника  
Бакалавр

Форма обучения  
очная

Саратов, 2016 г.

## **1. Цели освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины «Биомедицинские нанотехнологии» является формирование у студентов комплекса профессиональных знаний и умений (владений), а именно: формирование знаний в области биомедицинских нанотехнологий, молекулярных основ биоинженерии, сканирующей зондовой микроскопии, лазерных технологий контроля нановибраций и перемещений. Приобретение студентами знаний и выработка навыков исследований в области биомедицинских нанотехнологий.

Задачами освоения дисциплины являются:

формирование знаний о основах молекулярной биоинженерии; основах синтеза белков в клетке; основы методов генной инженерии; методах сканирующей зондовой микроскопии, лазерных технологиях контроля нановибраций и наноперемещений.

формирование умений применять знания в области нанотехнологий для измерения биообъектов.

овладение технологией измерений с помощью сканирующих зондовых микроскопов; туннельных микроскопов, атомно-силовых микроскопов; принципами работы электросилового микроскопии; принципами работы магнитно-силовой микроскопии; принципами работы ближнеполевой оптической микроскопии; основными методами исследования биологических и органических объектов и структур.

## **2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры**

Дисциплина «Биомедицинские нанотехнологии» относится к базовой части блока Б1 «Дисциплины (модули)» и изучается студентами дневного отделения факультета нано- и биомедицинских технологий СГУ, обучающимися по направлению 03.03.02 «Физика», в 7 семестре. Материал дисциплины опирается на ранее приобретенные студентами знания по математике, физике, химии, и подготавливает студентов к изучению в следующем семестре дисциплины «Методы исследования нано-и биомедицинских систем», прохождению преддипломной практики и выполнению выпускной квалификационной работы.

## **3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины «Биомедицинские нанотехнологии»**

В результате освоения дисциплины «Биомедицинские нанотехнологии» формируются следующие компетенции: ОПК-1, ПК-2.

ОПК-1. Способность использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке).

ПК-2. Способность проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта.

В результате освоения дисциплины обучающийся студент должен

знать : основы молекулярной биоинженерии; основы синтеза белков в клетке; основы методов геномной инженерии; методы сканирующей зондовой микроскопии, лазерные технологии контроля нановибраций и перемещений.  
уметь: применять знания в области нанотехнологий для измерения биообъектов.  
владеть: знаниями принципов работы сканирующих зондовых микроскопов; принципов работы сканирующих туннельных микроскопов; принципов работы сканирующих атомно-силовых микроскопов; принципов работы электросиловых микроскопов; принципов работы магнитно-силовых микроскопов; принципов работы ближнеполевых оптических микроскопов; основными методами исследования биологических и органических объектов и структур.

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Формы промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лек	Лаб	Пр	СРС	
1	Введение	7	1	1				
2	Молекулярные основы биоинженерии	7	2-3	2			3	Опросы студентов
3	Сканирующая зондовая микроскопия	7	4	1			3	Опросы студентов
4	Сканирующая туннельная микроскопия	7	5	1	4		3	Опросы студентов
5	Сканирующая атомно-силовая микроскопия.	7	6-7	2	8		3	Опросы студентов
6	Сканирующая электросиловая микроскопия.	7	8	1			3	Опросы студентов
7	Магнитно-силовая микроскопия.	7	9	1			3	Опросы студентов
8	Сканирующая ближнеполевая оптическая	7	10-11	2	8		4	Опросы студентов

	и СВЧ-микроскопия.							
9	Методы исследования биологических и органических объектов и структур.	7	12	1			4	Опросы студентов. Контрольная работа
10	Лазерные технологии контроля нановибраций и перемещений.	7	13-14	2	8		4	Опросы студентов
	Итого:		1-14	14	28		30	Зачет

## Содержание дисциплины

### 1. Введение

1.1.Современные представления в области биомедицинских нанотехнологий.

### 2. Молекулярные основы биоинженерии.

2.1.Молекулы ДНК, РНК. Генетическая роль нуклеиновых кислот. Структура нуклеиновых кислот. Структура ДНК и РНК. Репликация ДНК.

2.2.Синтез белков в клетке. Транскрипция ДНК и РНК, тРНК.

2.3.Генетический код. Трансляция генетического кода.

2.4.Методы генной инженерии. «Инструменты» генной инженерии. Векторы. Принципы их классификации. Создание гибридных ДНК. Клонирование гибридных молекул. Как получить нужные гены. Методы генетической трансформации (микроинъекции, баллистический метод, электропорация, агробактериальная трансформация, селективные маркеры).

2.5.Методы рекомбинантной ДНК.

2.6.Иммунодиагностика.

2.7.Практические результаты. Синтез гормонов, моноклонарных антител, изменение качественного и количественного состава белков, жиров, углеводов, устойчивости к стрессовым факторам, растительные вакцины. Липосомы, молекулярные двигатели, биочипы, матрицы для ЭВМ.

2.8.Методика культивирования клеток млекопитающих.

### 3. Сканирующая зондовая микроскопия

3.1.Принципы работы сканирующих зондовых микроскопов. Сканирующие элементы (сканеры ) зондовых микроскопов. Конструкции пьезосканеров. Нелинейность, крип, гистерезис пьезокерамики. Устройства для прецизионных перемещений зонда и образца. Защита зондовых микроскопов от внешних воздействий. Защита от вибраций, акустических шумов. Стабилизация термодрейфа. Формирование и обработка СЗМ изображений.

### 4. Сканирующая туннельная микроскопия

4.1.Принципы сканирующей туннельной микроскопии. Туннельный ток. Зонды для туннельных микроскопов. Измерение локальной работы выхода. Измерение ВАХ туннельного контакта. Туннельная спектроскопия. ВАХ контакта металл–металл. ВАХ контакта металл–полупроводник. ВАХ контакта металл–сверхпроводник.

## **5. Сканирующая атомно-силовая микроскопия**

5.1. Принципы сканирующей атомно-силовой микроскопии. Зондовые датчики атомно-силовых микроскопов. Контактная атомно-силовая микроскопия. Зависимость силы от расстояния между зондовым датчиком и образцом. Колебательные методики атомно-силовой микроскопии. Вынужденные колебания кантилеверов. Бесконтактный режим колебаний кантилеверов. «Полуконтактный» режим колебаний кантилеверов.

## **6. Сканирующая электросиловая микроскопия**

6.1. Принципы электросиловой микроскопии.

## **7. Сканирующая магнитно-силовая микроскопия**

7.1. Принципы магнитно-силовой микроскопии. Квазистатические методики. Колебательные методики.

## **8. Сканирующая ближнеполевая оптическая и СВЧ-микроскопия**

8.1. Ближнеполевая оптическая микроскопия. Зонды на основе оптического волокна. Метод контроля расстояния зонд-поверхность в ближнеполевом оптическом микроскопе. Конфигурация ближнеполевого оптического микроскопа. Ближнеполевой СВЧ-микроскоп с коаксиальным зондом. Ближнеполевая сканирующая зондовая микроскопия наноструктур.

## **9. Методы исследования биологических и органических объектов и структур**

9.1. Основные методы исследования биологических и органических объектов и структур (достоинства и недостатки): Дифракционные методы. Электронная микроскопия. Оптические методы.

## **10. Лазерные технологии контроля нановибраций и перемещений.**

- 10.1. Эффект автодинного детектирования в полупроводниковых лазерах.
- 10.2. Спектральные методы анализа автодинного сигнала нановибраций и перемещений.
- 10.3. Лазерная диагностика тремора глаз.
- 10.4. Лазерная диагностика колебаний барабанной перепонки.

### **Перечень лабораторных работ**

1. Растровая (сканирующая) электронная микроскопия: в режиме отражённых электронов, в режиме вторичных электронов
2. Сканирующая туннельная микроскопия нанометровых металло-полупроводниковых структур.
3. Сканирующая атомно-силовая микроскопия композитов с включениями в виде углеродных нанотрубок с использованием колебательной методики измерений.
4. Сканирующая атомно-силовая микроскопия нанометровых металлических плёнок с использованием бесконтактного режима измерений.
5. Ближнеполевой СВЧ-микроскоп с коаксиальным зондом. Ближнеполевая сканирующая зондовая микроскопия наноструктур.
6. Лазерная диагностика тремора глаз

## 7. Лазерная диагностика колебаний барабанной перепонки

### 5. Образовательные технологии

В преподавании дисциплины «Биомедицинские нанотехнологии» используются следующие современные образовательные технологии:

- информационно-коммуникационные технологии
- Исследовательские методы в обучении
- Проблемное обучение

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.02 «Физика», реализация компетентного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерные симуляции, разбор конкретных ситуаций, работа над проектами) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Использование интерактивных форм и методов обучения направлено на достижение ряда важнейших образовательных целей:

- стимулирование мотивации и интереса в осваиваемой предметной области;
- повышение уровня активности и самостоятельности обучаемых;
- развитие навыков анализа, критичности мышления, взаимодействия, коммуникации;
- саморазвитие и развитие обучаемых благодаря активизации мыслительной деятельности и диалогическому взаимодействию с преподавателем и другими участниками образовательного процесса.

При реализации программы дисциплины предусмотрены также встречи с представителями российских компаний.

При проведении лекционных и лабораторных занятий в активной форме проводится детальное рассмотрение основ теории зондовых методов исследования наноструктур и нанокompозитов, основных физических явлений, лежащих в основе зондовых методов исследования наноструктур и нанокompозитов.

### **Условия обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья:**

- предоставление инвалидам по зрению или слабовидящим возможностей использовать крупноформатные наглядные материалы;
- организация коллективных занятий в студенческих группах с целью оказания помощи в получении информации инвалидам и лицам с ограниченными возможностями по здоровью;

- проведение индивидуальных коррекционных консультаций для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья;
- использование индивидуальных графиков обучения;
- использование дистанционных образовательных технологий.

**6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

Самостоятельная работа студентов по дисциплине проводится в течение всего периода освоения и заключается в чтении и изучении литературы, подготовке к лекциям и лабораторным занятиям, к контрольной работе, в выполнении заданий преподавателя.

Рекомендуется:

- для качественного усвоения материала занятий разбирать вопросы, рассмотренные на каждом очередном занятии, до следующего, по непонятым деталям консультироваться у преподавателя, читать соответствующую литературу;

- задания, которые даются преподавателем во время занятий по отдельным вопросам, обязательны для выполнения, и качество их выполнения будет проверяться во время зачета.

Перечень заданий самостоятельной работы, предлагаемых студентам в ходе лекционных занятий:

1. Генная инженерия белков
2. Методы рекомбинантной ДНК.
3. Иммунодиагностика.
4. Направленный транспорт лекарственных веществ.
5. Биочипы, матрицы для ЭВМ.
6. Принципы работы сканирующих зондовых микроскопов. Сканирующие элементы (сканеры) зондовых микроскопов.
7. Принципы магнитно-силовой микроскопии.
8. Туннельная спектроскопия.
9. Метод контроля расстояния зонд-поверхность в ближнеполевом оптическом микроскопе.
10. Лазерная диагностика тремора глаз.
11. Лазерная диагностика колебаний барабанной перепонки.

В ходе освоения дисциплины в часы лекционных занятий студенты выполняют контрольную работу

## Контрольная работа

### Вариант А

Принципы сканирующей туннельной микроскопии.

### Вариант Б

Принципы сканирующей атомно-силовой микроскопии

### Вариант В

Принципы сканирующей ближнеполевой микроскопии

При подготовке к контрольной работе следует использовать материал прочитанных лекций, читать основную и дополнительную литературу.

Текущий контроль проводится в форме опроса студентов на занятиях и отчета по результатам выполнения лабораторных работ.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета.

### **Вопросы для проведения промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

1. Молекулы ДНК, РНК. Генетическая роль нуклеиновых кислот. Структура нуклеиновых кислот. Структура ДНК и РНК. Репликация ДНК.
2. Синтез белков в клетке. Транскрипция ДНК и РНК, тРНК.
3. Генетический код. Трансляция генетического кода.
4. Методы генной инженерии. «Инструменты» генной инженерии. Векторы. Принципы их классификации. Создание гибридных ДНК. Клонирование гибридных молекул. Как получить нужные гены. Методы генетической трансформации (микроинъекции, баллистический метод, электропорация, агробактериальная трансформация, селективные маркеры).
5. Методы рекомбинантной ДНК.
6. Иммунодиагностика.
7. Практические результаты. Синтез гормонов, моноклонарных антител, изменение качественного и количественного состава белков, жиров, углеводов, устойчивости к стрессовым факторам, растительные вакцины. Липосомы, молекулярные двигатели, биочипы, матрицы для ЭВМ.
8. Методика культивирования клеток млекопитающих.
9. Методы генной инженерии. «Инструменты» генной инженерии
10. Создание гибридных ДНК. Клонирование гибридных молекул.
11. Принципы работы сканирующих зондовых микроскопов.
12. Принципы сканирующей туннельной микроскопии. Туннельный ток. Зонды для туннельных микроскопов.
13. Устройства для прецизионных перемещений зонда и образца. Защита зондовых микроскопов от внешних воздействий. Защита от вибраций, акустических шумов. Стабилизация термодрейфа..



14. Туннельная спектроскопия. ВАХ контакта металл–металл. ВАХ контакта металл–полупроводник.
15. Принципы сканирующей атомно-силовой микроскопии. Зондовые датчики атомно-силовых микроскопов. Контактная атомно-силовая микроскопия. Зависимость силы от расстояния между зондовым датчиком и образцом.
16. Колебательные методики атомно-силовой микроскопии. Вынужденные колебания кантилеверов. Бесконтактный режим колебаний кантилеверов. «Полуконтактный» режим колебаний кантилеверов.
17. Принципы электросиловой микроскопии.
18. Принципы магнитно-силовой микроскопии. Квазистатические методики. Колебательные методики.
19. Ближнеполевая оптическая микроскопия. Зонды на основе оптического волокна. Метод контроля расстояния зонд-поверхность в ближнеполевом оптическом микроскопе. Конфигурация ближнеполевого оптического микроскопа.
20. Основные методы исследования биологических и органических объектов и структур (достоинства и недостатки): Дифракционные методы. Электронная микроскопия. Оптические методы
21. Эффект автодинного детектирования в полупроводниковых лазерах.
22. Спектральные методы анализа автодинного сигнала нановибраций и перемещений.
23. Лазерная диагностика тремора глаз.
24. Лазерная диагностика колебаний барабанной перепонки
25. Сканирующие элементы (сканеры ) зондовых микроскопов. Конструкции пьезосканеров. Нелинейность, крип, гистерезис пьезокерамики.

## 7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

Таблица 1. Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности в семестре .

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
7	10	40	0	10	0	10	30	100

### *Программа оценивания учебной деятельности студента*

#### 7 семестр

#### **Лекции**

Посещаемость, опрос, активность и др. за один семестр – от 0 до 10 баллов.

### **Лабораторные занятия**

Техническая грамотность при выполнении лабораторных работ – от 0 до 10 баллов

Оформление отчётов по лабораторным работам в соответствии с установленными требованиями – от 0 до 10 баллов

Степень раскрытия материала при отчёте по лабораторным работам – от 0 до 20 баллов

### **Практические занятия:**

Не предусмотрены.

### **Самостоятельная работа**

Выполнение заданий на самостоятельную работу – от 0 до 10 баллов

### **Автоматизированное тестирование**

Не предусмотрено.

### **Другие виды учебной деятельности:**

Контрольная работа - от 0 до 10 баллов

### **Промежуточная аттестация (зачёт)**

Если во время теоретического зачета набрано менее 1/3 от максимального количества баллов (30 баллов) по промежуточной аттестации в семестре, то зачет считается несданным.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за один семестр по дисциплине «Биомедицинские нанотехнологии» составляет 100 баллов.

Пересчет полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Биомедицинские нанотехнологии» в оценку (зачёт) осуществляется в соответствии с таблицей 2:

Таблица 2. Пересчет полученной студентом суммы баллов по дисциплине в оценку.

60 баллов и более	«зачтено»
меньше 60 баллов	«не зачтено»

Текущие индивидуально набранные студентами баллы доводятся до их сведения 2 раза за семестр: в середине и в конце семестра.

Оценка студентам, успешно прошедшим обучение по дисциплине, может быть проставлена без сдачи ими зачёта на основании рейтинговой оценки по решению преподавателя.

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### а) основная литература:

1. Научные основы биотехнологии. Часть 1. Нанотехнологии в биологии [**Электронный ресурс**]: учебное пособие/ Горленко В.А., Кутузова Н.М., Пятунина С.К.. - Москва : Прометей, 2013 - 262 с. - Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.
2. Пахарьков Г. Н. Биомедицинская инженерия. Проблемы и перспективы [**Электронный ресурс**] : учебное пособие. - Санкт-Петербург : Политехника, 2011. - 232 с. **Гриф УМО**. - Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.
3. Плескова С. Н. Атомно-силовая микроскопия в биологических и медицинских исследованиях : учебное пособие. - Долгопрудный : Издательский дом "Интеллект", 2011. – 183 с. (в НБ СГУ 15 экз.)
4. Нанотехнологии: учеб. пособие / Ч. П. Пул, Ф. Дж. Оуэнс ; пер. с англ. под ред. Ю. И. Головина. - 3-е изд., доп. - М.: Техносфера, 2007. - 375 с. (в НБ СГУ 5 экз.). - 5-е изд., испр., доп. - М.: Техносфера, 2010. - 336 с. (в НБ СГУ 5 экз.)

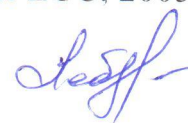
### б) дополнительная литература:

1. Берман Г. П. Магнитно-резонансная силовая микроскопия и односпиновые измерения [**Электронный ресурс**]: монография. - Москва, Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2010. - 196 с. - Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.
2. Нолтинг Б. Новейшие методы исследования биосистем. М.: Изд-во «Техносфера», 2005. – 256 с. (в НБ СГУ 16 экз.)
3. Нанотехнологии. Наноматериалы. Наносистемная техника. Мировые достижения - 2008 год : сборник / под ред. П. П. Мальцева. - М. : Техносфера, 2008. - 430с. (в НБ СГУ 11 экз.)
4. Научные основы нанотехнологий и новые приборы: учебник-монография / под ред. Р. Келсалла, А. Хамли, М. Геогегана ; пер. с англ. А. Д. Калашникова. - Долгопрудный : Интеллект, 2011. – 527 с. (в НБ СГУ 5 экз.)
5. Рамбиди Н. Г. Структура и свойства наноразмерных образований. Реалии сегодняшней нанотехнологии: учеб. пособие. - Долгопрудный : Интеллект, 2011. – 375 с. (в НБ СГУ 15 экз.)
6. Неволин В. К. Зондовые нанотехнологии в электронике [**Электронный ресурс**] : монография. - М. : Техносфера, 2014. – 174 с. Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.
7. Нанотехнологии. Наука, инновации и возможности [**Электронный ресурс**] : монография / Фостер Линн. - Москва : Техносфера, 2008. - 352 с. - Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.

8. Усанов Д.А., Скрипаль А.В. Полупроводниковые лазерные автодины для измерения параметров движения при микро- и наносмещениях: монография ; Саратов. гос. ун-т им. Н. Г. Чернышевского. - Саратов : Издательство Саратовского университета, 2014. – 134 с. (в НБ СГУ 5 экз.)
9. Усанов Д.А., Скрипаль Ал.В., Скрипаль Ан.В. Физика полупроводниковых радиочастотных и оптических автодинов. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2003. - 312 с. (в НБ СГУ 8 экз.)
10. Компьютерная микроскопия / В. Г. Пантелеев, О. В. Егорова, Е. И. Клыкова. - М. : Техносфера, 2005. – 303 с. (в НБ СГУ 5 экз.)
11. Рыков С. А. Сканирующая зондовая микроскопия полупроводниковых материалов и наноструктур: учеб. пособ. для студентов вузов, обучающихся по направлению "Техн. физика". - СПб. : Наука, 2001. - 52 с. (в НБ СГУ 12 экз.)
12. Общая и молекулярная генетика : учеб. пособие для студентов ун-тов / И. Ф. Жимулёв ; отв. ред.: Е. С. Беляева, А. П. Акифьев. - 3-е изд., испр. - Новосибирск : Сиб. унив. изд-во, 2006. – 478 с. **Гриф МО** (в НБ СГУ 17 экз.)
13. Жимулёв И. Ф. Общая и молекулярная генетика [**Электронный ресурс**] : учебное пособие для вузов. - Новосибирск : Сибирское университетское издательство, 2007. - 479 с. **Гриф МО**. - Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.
14. Нано- и биоконпозиты [Текст] = Nano- and Biocomposites / под ред. А. К.-Т. Лау [и др.] ; пер. с англ. И. Ю. Горбуновой, Т. П. Мосоловой ; под общ. ред. И. Ю. Горбуновой. - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. - 390 с. (в НБ СГУ 3 экз.)

в) рекомендуемая литература:

1. Медицинские технологии: от нано масштабов до организма в целом / И. Е. Голуб [и др.] ; Иркут. гос. мед. ун-т. - 1-е изд. - Иркутск : ИГМУ [изд.], 2007. - 148 с. (в НБ СГУ 1 экз.)
2. Телевизионная измерительная микроскопия / Д. А. Усанов, А. В. Скрипаль. - Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 1996. – 128 с. (в НБ СГУ 2 экз.)
3. Методы и средства микроскопии: метод. указания / ГОУ ВПО "Уральский государственный технический университет - УПИ" ; сост.: Б. В. Шульгин [и др.] ; науч. ред. А. В. Кружалов. - Екатеринбург : Изд-во УМЦ УПИ, 2005. – 187 с. (в НБ СГУ 1 экз.)
4. Аналитическая просвечивающая электронная микроскопия / Д. Синдо, Т. Оикава ; пер. с англ. С. А. Иванова. - М. : Техносфера, 2006. – 249 с. (в НБ СГУ 1 экз.)
5. Маев Р. Г. Акустическая микроскопия. - М. : ТОРУС ПРЕСС, 2005. – 383 с. (в НБ СГУ 1 экз.)



г) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. Windows XP Prof
2. Антивирус Касперского 6.0 для Windows Workstations
3. Microsoft Office профессиональный 2010

4. Единое окно доступа к образовательным ресурсам. – URL: <http://window.edu.ru> (дата обращения: 26.08.2016).
5. Зональная научная библиотека им. В.А.Артисевич Саратовского государственного университета им.Н.Г.Чернышевского. – URL: <http://library.sgu.ru/>
6. Интернет-сайт компании "НТ-МДТ". URL: <http://www.ntmdt.ru> (дата обращения: 26.08.2016).
7. Методы сканирующей зондовой микроскопии для исследования поверхностей накопителей информации и восстановления данных. URL: [http://www.epos.ua/view.php/pubs\\_1?subaction=showfull&id=1027890000&archive=&start\\_from=&ucat=1&](http://www.epos.ua/view.php/pubs_1?subaction=showfull&id=1027890000&archive=&start_from=&ucat=1&) (дата обращения: 26.08.2016).
8. Магнитно-силовая микроскопия. URL: <http://www.nanoscopy.net/articles/magnit.pdf> (дата обращения: 26.08.2016).

### 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Занятия по дисциплине «Биомедицинские нанотехнологии» проводятся в аудиториях, оснащенных компьютерной техникой, проекторами, измерительными приборами, лабораторным оборудованием, наглядными демонстрационными материалами, мультимедийными установками и пр. (презентации, плакаты).

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 03.03.02 «Физика» и профилями подготовки «Медицинская физика», «Компьютерные технологии в медицинской физике»

Авторы  
профессор, д.ф.-м.н. Усанов Усанов Д.А.

профессор, д.ф.-м.н. Скрипаль Скрипаль А.В.

Программа разработана в 2011 г. (одобрена на заседании кафедры физики твердого тела от 18 марта 2011 г., протокол № 12).

Программа актуализирована в 2016 г. (одобрена на заседании кафедры физики твердого тела от 30 августа 2016 г., протокол № 1).

Зав. кафедрой физики твердого тела  
профессор Усанов Д.А. Усанов

Декан факультета nano- и биомедицинских технологий  
профессор Вениг С.Б. Вениг