

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«РОССИЙСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.И. ПИРОГОВА»**  
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
(ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России)

СОГЛАСОВАНО

Декан факультета подготовки  
кадров высшей квалификации  
ФГАОУ ВО РНИМУ  
им. Н.И. Пирогова Минздрава России

\_\_\_\_\_ М.В. Хорева

«11» апреля 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)  
«НАНОБИОТЕХНОЛОГИИ В МЕДИЦИНЕ»**

Научная специальность

**1.5.6 Биотехнология**

Москва, 2023 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Нанобиотехнологии в медицине» разработана в соответствии с Федеральными государственными требованиями, утверждёнными приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20.10.2021 № 951, педагогическими работниками межкафедрального объединения кафедры биохимии и молекулярной биологии Института фармации и медицинской химии, кафедры медицинских нанобиотехнологий и кафедры биохимии медико-биологического факультета

№	Фамилия, имя, отчество	Учёная степень, звание	Занимаемая должность в университете, кафедра
1	Чехонин Владимир Павлович	академик РАН, профессор, д.м.н.	Заведующий кафедрой медицинских нанобиотехнологий МБФ
2	Кузнецов Дмитрий Анатольевич	д.б.н., профессор	Профессор кафедры медицинских нанобиотехнологий МБФ
3	Курапов Павел Борисович	д.б.н., профессор	Профессор кафедры медицинских нанобиотехнологий МБФ
4	Бухвостов Александр Александрович	к.б.н.	Заведующий учебной лабораторией, доцент кафедры медицинских нанобиотехнологий МБФ
5	Шестопалов Александр Вячеславович	д.м.н, профессор	Заведующий кафедрой биохимии и молекулярной биологии ИФМХ
6	Терентьев Александр Александрович	член-корр. РАН, д.м.н, профессор	Профессор кафедры биохимии и молекулярной биологии ИФМХ
7	Давыдов Вадим Вячеславович	д.м.н, профессор	Профессор кафедры биохимии и молекулярной биологии ИФМХ

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Нанобиотехнологии в медицине» рассмотрена и одобрена на заседании межкафедрального объединения кафедры биохимии и молекулярной биологии Института фармации и медицинской химии, кафедры медицинских нанобиотехнологий и кафедры биохимии медико-биологического факультета

протокол № 3 от «28» марта 2023 г.

Руководитель межкафедрального объединения \_\_\_\_\_ / Чехонин В.П./

## ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Цель и задачи изучения дисциплины (модуля) .....	4
2. Объем дисциплины (модуля) по видам учебной работы.....	4
3. Содержание дисциплины (модуля).....	4
4. Учебно-тематический план дисциплины (модуля) .....	4
5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся .....	7
6. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся .....	8
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля) .....	13
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) .....	15
9. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины (модуля) .....	15
10. Методические рекомендации преподавателю по организации учебного процесса по дисциплине (модулю).....	16

## 1. Цель и задачи изучения дисциплины (модуля)

### Цель изучения дисциплины (модуля)

Подготовка научных и научно-педагогических кадров высшей квалификации в области биомедицинской науки для решения задач научной специальности 1.5.6 Биотехнология.

### Задачи дисциплины (модуля)

1. Формирование системных знаний по медицинским аспектам применения современных нанотехнологий, основным методам, применяющимся в нанобиотехнологии и наномедицине.
2. Углубленное изучение современных направлений и перспектив развития нанобиотехнологии и наномедицины.
3. Формирование системных знаний по физико-химии наночастиц, наноструктурированных материалов, их компонентов и комплексов.
4. Углубленное изучение нанотехнологических аспектов молекулярной биологии клетки; генной, белковой и клеточной инженерии; генотерапии; генодиагностики.
5. Формирование представлений о нанотоксикологии и природоохранных нанотехнологиях.
6. Выработка у аспирантов способности правильно интерпретировать данные литературы по медицинским нанобиотехнологиям, оценки качества и биобезопасности медицинских нанотехнологических продуктов.
7. Формирование навыков и умений самостоятельной научной (научно-исследовательской) деятельности.

## 2. Объем дисциплины (модуля) по видам учебной работы

Таблица 1

Виды учебной работы	Всего, час.	Объем по полугодиям							
		1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Контактная работа обучающегося с преподавателем по видам учебных занятий (Контакт. раб.):</b>	36	-	-	-	36	-	-	-	-
Лекционное занятие (Л)	18	-	-	-	18	-	-	-	-
Семинарское/практическое занятие (СПЗ)	18	-	-	-	18	-	-	-	-
Самостоятельная работа обучающегося, в том числе подготовка к промежуточной аттестации (СР)	36	-	-	-	36	-	-	-	-
<b>Вид промежуточной аттестации: Зачет (З), Экзамен (кандидатский экзамен) (КЭ)</b>	<i>Зачет</i>	-	-	-	3	-	-	-	-
<b>Общий объем</b>	<b>в часах</b>	72	-	-	-	72	-	-	-
	<b>в зачетных единицах</b>	2	-	-	-	2	-	-	-

## 3. Содержание дисциплины (модуля)

### Раздел 1. Нанонаука и нанотехнологии. Введение

#### Тема 1.1 Роль биологии в медицине. Базовые понятия и определения.

Принципиальное значение нано-размерности как фактора, радикально меняющего физико-химические свойства супрамолекулярных структур и их способности взаимодействовать с биологическими объектами.

Контролируемое поведение наночастиц *in vitro*.

Повышение клеточной/тканевой избирательности взаимодействия (узнавания) «рецептор – наночастица».

Выяснение молекулярной природы биосовместимости наноматериалов.

### **Тема 1.2 Методы исследования наноструктур.**

Морфологические методы исследования наноструктур. Аналитические методы исследования наноструктур. Препаративные методы исследования.

Адресная доставка диагностических препаратов и лекарств. Наночастицы – биомаркеры. Квантовые точки. Инкапсулирование лекарств. Наноструктурные материалы. Нанороботы. Диагностические наноустройства. Контроль за состоянием поверхностей и манипуляции с ними. Нанобиомиметики. Молекулярная и клеточная медицина.

Увеличение разрешающей способности магнитно-резонансной томографии в диагностике и локализации опухолей.

Иммунолипосомальная нейронавигация при оперативном лечении (удалении) опухолей головного мозга.

Повышение эффективности (точности) манипуляций с одиночными биологическими молекулами в генной/белковой инженерии.

## **Раздел 2. Наночастицы в биомедицинских исследованиях и медицинской практике. Нанотоксикология**

### **Тема 2.1 Общие закономерности и особенности фармакокинетики и фармакодинамики наночастиц, определяемые их размерами.**

Полиморфизм наночастиц: углеродные наночастицы; дендримеры; нановолокна; наноиголки; наноболочки; наноконтейнеры; циклопептиды/циклонуклеотиды; металл наночастицы (Ag, Au, Pt, и др.).

Физико-химические свойства фармакологически значимых наночастиц. Связь структуры наночастиц с их биологическими эффектами *in vivo* и *in vitro*: Применение наночастиц в биомедицине.

Размер имеет значение: сравнительный анализ обычных и наноразмерных структур идентичного химического строения: а) золото = нанозолото; б) полиэтиленгликоль (ПЭГ) = ПЭГ – квантовые точки, и др.

### **Тема 2.2 Особенности токсичности ряда применяемых в биомедицинских исследованиях наночастицы.**

Физико-химические свойства фармакологически значимых наночастиц. Связь структуры наночастиц с их биологическими эффектами *in vivo* и *in vitro*: Применение наночастиц в биомедицине.

Размер имеет значение: сравнительный анализ обычных и наноразмерных структур идентичного химического строения: а) золото = нанозолото; б) полиэтиленгликоль (ПЭГ) = ПЭГ – квантовые точки, и др.

### **Раздел 3. Биомедицинские наноматериалы. Наноструктурные основы патогенеза**

#### **Тема 3.1 НЭМС (наноэлектромеханические системы).**

Класс устройств, интегрирующих электрические и механические функции на наноуровне. НЭМС образуют следующий логический шаг миниатюризации из так называемых микроэлектромеханических систем. НЭМС обычно интегрируют транзисторную наноэлектронику с механическими приводами, насосами или двигателями и таким образом могут формировать физические, биологические и химические датчики.

Наноструктуры серебра в асептике и дезинфекции. НЭМС (наноэлектромеханические системы).

#### **Тема 3.2 Полипептидные и ДНК нанопроволоки. Сверхпроводимые гели для нейроимплантатов на основе углеродных трубок.**

Наногели (сети гидрофобных/гидрофильных цепей) для транспорта олигонуклеотидов. Полипептидные и ДНК нанопроволоки.

#### **Тема 3.3 Наноматериалы для иммуноизоляции (иммуновыделения) клеток для клеточной терапии.**

Мисфолдинг (нарушение сборки вторичной и третичной структуры) белков. Понятие о «нанотравме». Понятие о статтер-дефектах (Stutter defects). Синдром Рэнка (Renk syndrome).

### **Раздел 4. Нанотехнологические аспекты транспорта диагностических и лекарственных препаратов через гистогематические барьеры**

#### **Тема 4.1 Нанотехнологические подходы к диагностике и терапии опухолей.**

Молекулярные мишени для транспорта через гематоэнцефалический барьер. Адресная доставка лекарств с помощью Stealth-липосом.

#### **Тема 4.2 Направленный транспорт биodeградирующих полимерных наночастиц.**

Водорастворимые и коллоидные формы «адресных» наночастиц. Адресная доставка с помощью наногелей.

#### **Тема 4.3 «Умные» дендримеры и высокоселективные нанозонды.**

Наночастицы в радио- и визуализационных методах диагностики (компьютерная томография, МРТ, ПЭТ, СПЕКТ). мРНК – биочипы. Иммуно-биочипы. Выявление поверхностных опухоль-специфических антигенов. Нановакцины на основе олигосахарида  $\beta$ -3-аминопропилгликозид сиалил-3'-лактозы (GM3). Дендримерные ДНК, РНК – нанокапсулы и аптамеры. Полимерные наночастицы с векторами антителами к опухолевым антигенам.

### **4. Учебно-тематический план дисциплины (модуля)**

Таблица 2

Номер раздела, темы	Наименование разделов, тем	Количество часов					Форма контроля
		Всего	Конт акт. раб.	Л	СПЗ	СР	

	<b>Полугодие 4</b>	<b>72</b>	<b>36</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>36</b>	<b>Зачет</b>
<b>Раздел 1</b>	<b>Нанонаука и нанотехнологии. Введение.</b>	<b>17</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>9</b>	Устный опрос
Тема 1.1	Роль биологии в медицине. Базовые понятия и определения.	9	4	2	2	5	
Тема 1.2	Методы исследования наноструктур.	8	4	2	2	4	
<b>Раздел 2</b>	<b>Наночастицы в биомедицинских исследованиях и медицинской практике. Нанотоксикология</b>	<b>17</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>9</b>	Устный опрос
Тема 2.1	Общие закономерности и особенности фармакокинетики и фармакодинамики наночастиц, определяемые их размерами.	9	4	2	2	5	
Тема 2.2	Особенности токсичности ряда применяемых в биомедицинских исследованиях наночастицы.	8	4	2	2	4	
<b>Раздел 3</b>	<b>Биомедицинские наноматериалы. Наноструктурные основы патогенеза</b>	<b>19</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>9</b>	Устный опрос
Тема 3.1	НЭМС (наноэлектромеханические системы).	7	4	2	2	3	
Тема 3.2	Полипептидные и ДНК нанопроволоки. Сверхпроводимые гели для нейроимплантатов на основе углеродных трубок.	7	4	2	2	3	
Тема 3.3	Наноматериалы для иммуноизоляции (иммуновыделения) клеток для клеточной терапии.	5	2	1	1	3	
<b>Раздел 4</b>	<b>Нанотехнологические аспекты транспорта диагностических и лекарственных препаратов через гистогематические барьеры</b>	<b>19</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>9</b>	Письменный опрос
Тема 4.1	Нанотехнологические подходы к диагностике и терапии опухолей.	7	4	2	2	3	
Тема 4.2	Направленный транспорт биodeградирующих полимерных наночастиц.	7	4	2	2	3	
Тема 4.3	«Умные» дендримеры и высокоселективные нанозонды.	5	2	1	1	3	
	<b>Общий объем</b>	<b>72</b>	<b>36</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>36</b>	<b>Зачет</b>

## 5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Цель самостоятельной работы обучающихся заключается в глубоком, полном усвоении учебного материала и в развитии навыков самообразования. Самостоятельная работа может включать: работу с текстами, литературой, учебно-методическими пособиями, нормативными материалами, в том числе материалами сети интернет, а также проработку конспектов лекций, написание докладов, рефератов, участие в работе семинаров, научных конференциях и пр.

Задания для самостоятельной работы

Таблица 3

<b>Номер раздела</b>	<b>Наименование раздела</b>	<b>Вопросы для самостоятельной работы</b>
Раздел 1	Нанонаука и нанотехнологии. Введение	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Методы изучения наноструктур. Изучение формы и размера объекта.</li> <li>2. Наночастицы в биомедицинских исследованиях и медицинской практике.</li> <li>3. Определение нанонауки и нанотехнологии. Принципиальное значение нано-размерности как фактора, радикально меняющего физико-химические свойства.</li> <li>4. Методы, определившие развитие нанотехнологий. Основные группы, принцип действия, современное применение.</li> <li>5. Адресная доставка диагностических и лекарственных</li> </ol>

		препаратов в клетки-мишени с помощью нанотехнологий.
Раздел 2	Наночастицы в биомедицинских исследованиях и медицинской практике. Нанотоксикология	1. Наночастицы-переносчики лекарств. «Умные» лекарства. 2. Гуманизированные антитела и нанотела в современной медицине. 3. Квантовые точки в биологии и медицине. Новые представления о флюоресцентном анализе. 4. Наночастицы. Определение, разновидности, применение в биомедицинских исследованиях и медицинской практике.
Раздел 3	Биомедицинские наноматериалы. Наноструктурные основы патогенеза	1. Нанотехнологические аспекты генодиагностики. Современная генодиагностика инфекционных заболеваний и наследственной патологии. 2. Генотерапия и генокоррекция. Использование генно-инженерных наноконструкций и вирусных нановекторов для доставки терапевтических генов. 3. Биосенсоры и биочипы. 4. Фуллерены. Определение, применение в биологии и медицине.
Раздел 4	Нанотехнологические аспекты транспорта диагностических и лекарственных препаратов через гистогематические барьеры	1. Адресная доставка лекарственных препаратов через гематоэнцефалический барьер. 2. Нанотехнологические подходы к диагностике и терапии опухолей. 3. Нанотехнологии в визуализации опухолей. 4. Нанотрубки. Определение, разновидности, применение в биомедицинских исследованиях и медицинской практике.

Контроль самостоятельной работы осуществляется на семинарских (практических) занятиях.

## 6. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся

Примерные варианты оценочных заданий для текущего контроля успеваемости

Таблица 4

Раздел, тема	Наименование разделов, тем	Форма контроля	Оценочное задание
<b>Полугодие 4</b>			
Раздел 1	<b>Нанонаука и нанотехнологии. Введение.</b>	Устный опрос	<b>Вопросы к опросу:</b> 1. Флюоресценция – это? 2. Наноматериалы могут иметь любую природу, кроме? 3. Методы изучения наноструктур? 4. Сферы применения наночастиц в медицине. 5. Перспективы развития медицинской нанобиотехнологии. 6. Фундаментальные физико-химические механизмы, определяющие размер наночастиц как лекарственных веществ. 7. Подходы к созданию противоопухолевых препаратов направленного действия
Тема 1.1	Роль биологии в медицине. Базовые понятия и определения.		
Тема 1.2	Методы исследования наноструктур.		
Раздел 2	<b>Наночастицы в биомедицинских исследованиях и медицинской практике. Нанотоксикология</b>	Устный опрос	<b>Вопросы к опросу:</b> 1. Название «Фуллерен» происходит? 2. К аллотропным формам углерода не относится? 3. Адресная доставка лекарственных препаратов через гематоэнцефалический барьер. 4. Антитела как молекулярные векторы. 5. Каковы причины низкой эффективности действия иммуноконъюгатов. 6. Противоопухолевые препараты направленного действия на основе антител и их
Тема 2.1	Общие закономерности и особенности фармакокинетики и фармакодинамики наночастиц, определяемые их размерами.		



Тема 2.2	Особенности токсичности ряда применяемых в биомедицинских исследованиях наночастицы.		фрагментов 7. Нацеленные и пэгиллированные липосомы – применение в медицине 8. Использование липосомных наночастиц в качестве контейнеров для терапевтических препаратов 9. Перспективы развития генотерапии 10. Стволовые клетки – преимущества и потенциальные угрозы
<b>Раздел 3</b>	<b>Биомедицинские наноматериалы. Наноструктурные основы патогенеза</b>	Устный опрос	<b>Вопросы к опросу:</b> 1. Наночастицы в биомедицинских исследованиях и медицинской практике. 2. Гуманизированные антитела и нанотела в современной медицине. 3. Нанотехнологические подходы к диагностике и терапии опухолей. 4. Понятие о генотерапии. Вирусные нановекторы для доставки терапевтических генов в клетки-мишени. 5. ПЦР. Принцип метода, разновидности и область применения. 6. Биосенсоры и биочипы. Определение, разновидности, применение в биомедицинских исследованиях и медицинской практике. 7. Понятие о генотерапии. Вирусные нановекторы для доставки терапевтических генов в клетки-мишени. 8. Электрофорез белков и нуклеиновых кислот. Принцип метода, разновидности. Область применения в биохимии и нанотехнологиях. 9. Нанопоровые секвенаторы. Принцип работы, перспективы применения в медицине. 10. Природоохранные нанобиотехнологии. Основные направления, применение в народном хозяйстве.
Тема 3.1	НЭМС (нанозлектромеханические системы).		
Тема 3.2	Полипептидные и ДНК нанопроволоки. Сверхпроводимые гели для нейроимплантатов на основе углеродных трубок.		
Тема 3.3	Наноматериалы для иммуноизоляции (иммуновыделения) клеток для клеточной терапии.		
<b>Раздел 4</b>	<b>Нанотехнологические аспекты транспорта диагностических и лекарственных препаратов через гистогематические барьеры</b>	Письменный опрос	<b>Вопросы к опросу:</b> 1. Адресная доставка лекарственных препаратов через гематоэнцефалический барьер 2. Нанотехнологические подходы к диагностике и терапии опухолей. 3. Биосенсоры и биочипы. 4. Наночастицы. Определение, разновидности, применение в биомедицинских исследованиях и медицинской практике. 5. Адресная доставка диагностических и лекарственных препаратов в клетки-мишени с помощью нанотехнологий. 6. Методы, определившие развитие нанотехнологий. Основные группы, принцип действия, современное применение. 7. Нанотрубки. Определение, разновидности, применение в биомедицинских исследованиях и медицинской практике. 8. Фуллерены. Определение, применение в биологии и медицине. 9. Что такое «визуализация» (imaging) с точки зрения нанотехнологий? Приборы, с помощью которых осуществляется визуализация наноструктур.
Тема 4.1	Нанотехнологические подходы к диагностике и терапии опухолей.		
Тема 4.2	Направленный транспорт биodeградирующих полимерных наночастиц.		
Тема 4.3	«Умные» дендримеры и высокоселективные нанозонды.		

### Вопросы для подготовки к промежуточной аттестации

## Перечень вопросов к зачету

1. Охарактеризуйте основные группы методов, применяющихся для исследования наноструктур.
2. Дайте характеристику препаративных методов анализа наноструктур.
3. Дайте характеристику аналитических методов анализа наноструктур.
4. Дайте характеристику морфологических методов анализа наноструктур.
5. Что такое «визуализация» (imaging) с точки зрения нанотехнологий. Приборы, с помощью которых осуществляется визуализация наноструктур.
6. Опишите принцип атомной силовой микроскопии. Разрешающая способность атомной силовой микроскопии. Область применения.
7. Опишите принцип сканирующей лазерной конфокальной микроскопии. Разрешающая способность конфокальной микроскопии. Область применения.
8. Опишите принцип электронной дифракционной микроскопии. Разрешающая способность. Область применения.
9. Назовите области применения магнитно-резонансной томографии для анализа наноструктур.
10. Определите метод для анализа: а) квантовых точек в культуре клеток; б) размеров полимерных наночастиц и их кластеров; в) меченных Dil ПЭГилированных иммунолипосом.
11. Назовите и дайте краткое описание методам количественного анализа наноструктур.
12. Сравнительная характеристика лекарственных форм на основе кремниевых нанопористых материалов и полимерных «депо» (матрикс).
13. Критерии понятия «медицинская наночастица» или «нанолекарство». Лимерикская конвенция (2002).
14. Магнитные изотопные эффекты в нанофармакологии. Нанокатиониты.
15. Наночастицы на основе металлов и их оксидов. Использование в медицине и биотехнологии.
16. Квантовая точка. Достижения и перспективы применения в медицине.
17. Углеродные наночастицы: фуллерены, нанотрубки. Достижения и перспективы применения в медицине.
18. Специфические особенности токсичности и биологические опасности наночастиц и наноматериалов.
19. «Волшебная пуля Эрлиха» и основные достижения нанофармакологии. Особенности наночастиц, позволяющие повышать эффективность их фармакологического применения.
20. Наночастицы и их способность проникать в компартменты организма, ограниченные полупроницаемыми биологическими барьерами (ГЭБ, плацентарный, эндотелиальный барьеры).
21. Основные типы (разновидности) наночастиц, применяемых в медицине. Преимущества и ограничения их использования в качестве фармакологических агентов.
22. Просвечивающая электронная микроскопия. Принципы работы, примеры использования. Преимущества и недостатки.
23. Атомно-силовая микроскопия. Принципы работы, примеры использования. Преимущества и недостатки.

24. Основные принципы пассивного транспорта (доставки) лекарственных средств. EPR эффект.
25. Основные принципы активного транспорта (доставки) лекарственных средств. Типы лигандов. Преимущества и недостатки каждого из типов лигандов.
26. Основные типы и принципы синтеза наночастиц для доставки лекарственных средств.
27. Принцип конфокальности. Преимущество конфокального микроскопа перед обычным флуоресцентным микроскопом. Устройство конфокального микроскопа
28. Микро- и нано капсулы для доставки лекарственных средств.
29. Нанобиотехнологии в лабораторной диагностике.
30. Векторные наночастицы в визуализации патологических процессов.
31. Липосомы и наносомы. Способы проникновения содержимого липосом в клетку.
32. Полимерные наночастицы. Материалы для получения полимерных наночастиц.
33. Режимы оптической микроскопии. Светлопольная, тёмнопольная, флуоресцентная микроскопия, микроскопия фазового контраста.
34. Флуоресцентная микроскопия. Принцип работы флуоресцентного микроскопа. FRET, FRAP, FISH.
35. Нанотехнологии в профилактике, диагностике и лечении заболеваний сердечно-сосудистых заболеваний.
36. Магнитные наночастицы. Наночастицы оксида железа.
37. Основные свойства наночастиц биомедицинского применения.
38. Факторы, определяющие токсичность наноматериалов. Проблема «нанобезопасности»: исторические прецеденты.
39. Наноконтейнеры для доставки лекарств. Нанолечение.
40. Представления о нанотехнологиях. Какие фундаментальные физические законы «не работают» в наномире?
41. Использование наночастиц для повышения фармакологической эффективности цитостатиков.
42. Пассивный и активный пути адресной доставки лекарств. Преимущества и ограничения применения различных типов наночастиц.
43. Горметические эффекты (hormesis effects) в нанофармакологии. Правило Во-Раттенау (Waugh-Rattenau).
44. Факторы, обеспечивающие избирательность накопления медицинских наночастиц в клетках агрессивно растущих опухолей.
45. Дифракционный барьер. Способы его преодоления.
46. Наномодификация поверхности с помощью сканирующей зондовой микроскопии.
47. Преимущества и недостатки различных систем доставки лекарственных средств: липосомы, полимерные наночастицы, наночастицы металлов и их оксидов, кремниевые наночастицы, углеродные наноматериалы.

### **Описание критериев и шкал оценивания**

В ходе текущего контроля успеваемости (устный или письменный опрос, подготовка и защита реферата, доклад, презентация, тестирование и пр.) при ответах на учебных занятиях, а также промежуточной аттестации в форме кандидатского экзамена обучающиеся оцениваются по четырехбалльной шкале: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

**Оценка «отлично»** – выставляется аспиранту, если он глубоко усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет связывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами и вопросами, не затрудняется с ответами при видоизменении заданий, умеет принять правильное решение и грамотно его обосновывать, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач, комплексной оценкой предложенной ситуации.

**Оценка «хорошо»** – выставляется аспиранту, если он твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей при ответе на вопрос, но недостаточно полно раскрывает междисциплинарные связи, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения, комплексной оценкой предложенной ситуации.

**Оценка «удовлетворительно»** – выставляется аспиранту, если он имеет поверхностные знания программного материала, не усвоил его деталей, допускает неточности, оперирует недостаточно правильными формулировками, нарушает логическую последовательность в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических задач, испытывает затруднения с комплексной оценкой предложенной ситуации, не полностью отвечает на вопросы, в том числе при помощи наводящих вопросов преподавателя.

**Оценка «неудовлетворительно»** – выставляется аспиранту, который не знает значительной части программного материала, допускает грубые ошибки, неуверенно, с большими затруднениями решает практические задачи или не справляется с ними самостоятельно, не владеет комплексной оценкой ситуации, неверно выбирает тактику действий.

В ходе текущего контроля успеваемости (устный или письменный опрос, подготовка и защита реферата, доклад, презентация, тестирование и пр.) при ответах на учебных занятиях, а также промежуточной аттестации в форме зачета обучающиеся оцениваются по двухбалльной шкале:

**Оценка «зачтено»** – выставляется аспиранту, если он продемонстрировал знания программного материала, подробно ответил на теоретические вопросы, справился с выполнением заданий и (или) ситуационных задач, предусмотренных рабочей программой дисциплины (модуля).

**Оценка «не зачтено»** – выставляется аспиранту, если он имеет пробелы в знаниях программного материала, не владеет теоретическим материалом и допускает грубые, принципиальные ошибки в выполнении заданий и (или) ситуационных задач, предусмотренных рабочей программой дисциплины (модуля).

Шкала оценивания (четырёхбалльная или двухбалльная), используемая в рамках текущего контроля успеваемости определяется преподавателем, исходя из целесообразности применения той или иной шкалы.

Если текущий контроль успеваемости и (или) промежуточная аттестация, предусматривает тестовые задания, то перевод результатов тестирования в четырехбалльную шкалу осуществляется по схеме:

**Оценка «Отлично»** – 90-100% правильных ответов;

**Оценка «Хорошо»** – 80-89% правильных ответов;

**Оценка «Удовлетворительно»** – 71-79% правильных ответов;

**Оценка «Неудовлетворительно»** – 70% и менее правильных ответов.

Перевод результатов тестирования в двухбалльную шкалу:

**Оценка «Зачтено»** – 71-100% правильных ответов;

**Оценка «Не зачтено»** – 70% и менее правильных ответов.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Таблица 5

№ п/п	Автор, наименование, место издания, издательство, год издания	Количество экземпляров
1	Курапов П.Б., Бахтенко Е.Ю., под общей редакцией В.П.Чехонина. Медицинская нанобиотехнология. [учебник] - Москва: РНИМУ им. Н.И. Пирогова, 2021	250
2	Курапов П.Б., Бахтенко Е.Ю., под общей редакцией В.П.Чехонина. Биотехнология. [учебник] - Москва: РНИМУ им. Н.И. Пирогова, 2019	100
3	Нельсон, Д. Основы биохимии Ленинджера [Текст]: [учебник]: в 3 т. Т. 1: Основы биохимии. Строение и катализ / Д. Нельсон, М. Кокс; пер. с англ. Т. П. Мосоловой и [др.]; под ред. Т. П. Богданова, С. Н. Кочеткова. - Москва: БИНОМ. Лаб. знаний, 2012;	5
4	Нельсон, Д. Основы биохимии Ленинджера [Текст]: [учебник]: в 3 т. Т. 2: Биоэнергетика и метаболизм / Д. Нельсон, М. Кокс; пер. с англ. Т. П. Мосоловой и [др.]; под ред. Т. П. Богданова, С. Н. Кочеткова. - Москва: БИНОМ. Лаб. знаний, 2014;	5
5	Нельсон, Д. Основы биохимии Ленинджера [Текст]: [учебник]: в 3 т. Т. 3: Пути передачи информации / Д. Нельсон, М. Кокс; пер. с англ. Т. П. Мосоловой и [др.]; под ред. Т. П. Богданова, С. Н. Кочеткова. - Москва: БИНОМ. Лаб. знаний, 2015;	5
6	Л.М. Попова, Е.Б. Аронова, Ю.Г. Базарнова Бионанотехнология: уч. пособие / Попова Л.М. [и др.]. – СПб., 2020. – 180 с.	Удаленный доступ
7	Биохимия [Электронный ресурс] / под ред. Е. С. Северина. – 5-е изд., испр. и доп. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 768 с.: ил.- URL: <a href="http://marc.rsmu.ru:8020/marcweb2/Default.asp">http://marc.rsmu.ru:8020/marcweb2/Default.asp</a> ;	Удаленный доступ
8	Евстрапов А.А., Буляница А.Л. Нанотехнологии в биологии и медицине. Микрофлюидика : курс лекций [Электронный ресурс] / сост. : А. А. Евстрапов, А. Л. Буляница. – Электрон. дан. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2015	Удаленный доступ
9	Даньшина, В. В. Исследование материалов методом зондовой микроскопии в нанобиотехнологии : учеб. пособие / В. В. Даньшина, Е. А. Рогачев ; Минобрнау ки России, ОмГТУ. – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2019. – 104 с. : ил.	Удаленный доступ
10	Власов А. И. Бионаноинженерия : учеб. пособие / А. И. Власов, А. А. Денисов, К. А. Елсуков. – М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011. – 224 с.	Удаленный доступ
11	Principles of medical biochemistry [Текст] : Tutorial on biochemistry for foreign students of medical department of higher education institutions / V. V. Davydov, E. R. Grabovetskaya ; Ryazan State Med. Univ. - Saint Petersburg : Эко-Вектор, 2016	2
12	Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии [Текст]: пер. с англ. / ред.: К. Уилсон, Дж. Уолкер; пер. с англ. Т. П. Мосоловой, Е. Ю. Бозелек-Решетняк ; под ред. А. В. Левашова, В. И. Тишкова. - Москва: БИНОМ. Лаб. знаний, 2012. - Пер. изд.: Principles and Technigues of Biochemistry and Molecular Biology / ed. by K. Wilson and J. Walker. - 6th ed. (Cambridge Univ. Press);	1
13	Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии [Электронный ресурс]: пер. с англ. / под ред. К. Уилсон, Дж. Уолкер. – 2-е изд. (эл.). – Москва: БИНОМ. Лаб. знаний, 2015. – 855 с. – (Методы в биологии). - URL: <a href="http://marc.rsmu.ru:8020/marcweb2/Default.asp">http://marc.rsmu.ru:8020/marcweb2/Default.asp</a> ;	Удаленный доступ

14	Нуклеиновые кислоты от А до Я [Текст] / под ред. С. Мюллер; пер. с англ. А. А. Синюшина, Ю. В. Киселевой; [Б. Апфель, Б. И. Бенекке, Я. Бененсон и др.]. - Москва: Бином. Лаборатория знаний, 2012;	1
15	Данилова, Л. А. Биохимия полости рта [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Л. А. Данилова, Н. А. Чайка. – Санкт-Петербург: Спец Лит, 2012. – 68 с. - URL: <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a> ;	Удаленный доступ
16	Нанобиотехнологии [Электронный ресурс] : практикум / под ред. А. Б. Рубина. — 2-е изд. (эл.). — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. — 384 с.	Удаленный доступ
17	Marks` Basic Medical Biochemistry [Текст] : A Clinical Approach / M. Lieberman ; ill.by M. Chansky. - 4th ed. - Philadelphia etc. : Wolters Kluwer Health : Lippincott Williams & Wilkins, 2013	3

### **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. Официальный сайт РНИМУ: адрес ресурса – <https://rsmu.ru/>, на котором содержатся сведения об образовательной организации и ее подразделениях, локальные нормативные акты, сведения о реализуемых образовательных программах, их учебно-методическом и материально-техническом обеспечении, а также справочная, оперативная и иная информация. Через официальный сайт обеспечивается доступ всех участников образовательного процесса к различным сервисам и ссылкам, в том числе к Автоматизированной системе подготовки кадров высшей квалификации (далее – АСПКВК);
2. ЭБС РНИМУ им. Н.И. Пирогова – Электронная библиотечная система;
3. ЭБС IPRbooks – Электронно-библиотечная система;
4. ЭБС Айбукс – Электронно-библиотечная система;
5. ЭБС Букап – Электронно-библиотечная система;
6. ЭБС Лань – Электронно-библиотечная система;
7. ЭБС Юрайт – Электронно-библиотечная система.

### **Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

1. <http://www.consultant.ru> - Консультант студента, компьютерная справочная правовая система в РФ;
2. <https://www.garant.ru> - Гарант.ру, справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации;
3. <http://www.rsl.ru> – сайт Российской государственной библиотеки;
4. <http://www.gpntb.ru> – сайт Государственной публичной научно-технической библиотеки;
5. <http://www.spsl.nsc.ru> – сайт Государственной публичной научно-технической библиотеки сибирского отделения Российской академии наук;
6. <http://www.rosmedic.ru> - Российский Медицинский Информационный ресурс;
7. <http://www.nlr.ru> – сайт Российской национальной библиотеки;
8. <http://www.bmj.com> – сайт журнала «British Medical Journal»;
9. <http://www.thelancet.com> – сайт медицинского журнала «The Lancet»;
10. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/PubMed/> - ресурс для поиска литературы по биомедицине и наукам о жизни PubMed;
11. <http://femb.ru> - сайт Федеральная электронная медицинская библиотека.

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Таблица 6

№ п/п	Наименование оборудованных учебных аудиторий	Перечень специализированной мебели, технических средств обучения
1	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типов, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Учебные столы, стулья Оверхед-проекторы Мультимедиа-проекторы Проекционный экран Ноутбуки, персональные компьютеры Клеточный сортер BeckmanMoFLOXDP Лазерный сканирующий конфокальный микроскоп с мультифотонным модулем NikonA1 MP, BrukerAuroraM90, PerkinElmerLambda 1050, Bio-Rad BioLogicLP Комплекс оборудования для ИФА, NGSсеквенаторIonTorrentPGM Микрочиповая система AffymetrixGeneChip™ Scanner 3000 Магнитный сепаратор CliniMACS. Учебно-наглядные пособия: набор таблиц и слайдов.
2	Помещения для самостоятельной работы (Библиотека, в том числе читальный зал)	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде РНИМУ.

### Программное обеспечение

- MICROSOFT WINDOWS 7, 10 Microsoft Windows 7,10, 11;
- MS Office 2013, 2016, 2019, 2021;
- Антивирус Касперского (Kaspersky Endpoint Security);
- ADOBE CC;
- Photoshop;
- iSpring;
- Adobe Reader;
- Adobe Flash Player;
- Google Chrom, Mozilla Firefox, Mozilla Public License;
- 7-Zip;
- FastStone Image Viewer;
- Ubuntu 20.04;
- Astra Linux;
- Debian.

## 9. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины (модуля)

Преподавание дисциплины (модуля) осуществляется в соответствии с Федеральными государственными требованиями.

Основными формами получения и закрепления знаний по данной дисциплине (модулю) являются занятия лекционного и семинарского типа, самостоятельная работа обучающегося, в том числе под руководством преподавателя, прохождение контроля.

Учебный материал по дисциплине (модулю) разделен на разделы:

Раздел 1. Нанонаука и нанотехнологии. Введение.

Раздел 2. Наночастицы в биомедицинских исследованиях и медицинской практике. Нанотоксикология.

Раздел 3. Биомедицинские наноматериалы. Наноструктурные основы патогенеза.

Раздел 4. Нанотехнологические аспекты транспорта диагностических и лекарственных препаратов через гистогематические барьеры.

Изучение дисциплины (модуля) согласно учебному плану предполагает самостоятельную работу обучающихся. Самостоятельная работа включает в себя изучение литературы, её конспектирование, подготовку к семинарским (практическим) занятиям, текущему контролю успеваемости и промежуточной аттестации.

Текущий контроль успеваемости по дисциплине (модулю) и промежуточная аттестация осуществляются в соответствии с Порядком организации и проведения текущего контроля успеваемости и Порядком проведения промежуточной аттестации обучающихся, устанавливающим формы проведения промежуточной аттестации, её периодичность и систему оценок.

Наличие в Университете электронной информационно-образовательной среды, а также электронных образовательных ресурсов позволяет изучать дисциплину (модуль) инвалидам и лицам с ОВЗ.

Особенности изучения дисциплины (модуля) инвалидами и лицами с ОВЗ определены в Положении об организации получения образования для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.

#### **10. Методические рекомендации преподавателю по организации учебного процесса по дисциплине (модулю)**

Преподавание дисциплины (модуля) осуществляется в соответствии с Федеральными государственными требованиями.

При изучении дисциплины (модуля) рекомендуется использовать следующий набор средств и способов обучения:

- рекомендуемую литературу;
- задания для подготовки к семинарам (практическим занятиям) – вопросы для обсуждения и др.;
- задания для текущего контроля успеваемости (задания для самостоятельной работы обучающихся);
- вопросы и задания для подготовки к промежуточной аттестации по итогам изучения дисциплины (модуля).

При проведении занятий лекционного и семинарского типа, в том числе в форме вебинаров и on-line курсов необходимо строго придерживаться учебно-тематического плана дисциплины (модуля), приведенного в разделе 4 данного документа. Необходимо уделить внимание рассмотрению вопросов и заданий, включенных в оценочные задания, при необходимости, решить аналогичные задачи с объяснением алгоритма решения.

Следует обратить внимание обучающихся на то, что для успешной подготовки к текущему контролю успеваемости и промежуточной аттестации нужно изучить литературу, список которой приведен в разделе 7 данной рабочей программы дисциплины (модуля) и иные источники, рекомендованные в подразделах «Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и «Перечень



профессиональных баз данных и информационных справочных систем», необходимых для изучения дисциплины (модуля).

Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация осуществляются в соответствии с Порядком организации и проведения текущего контроля успеваемости и Порядком проведения промежуточной аттестации обучающихся, устанавливающим формы проведения промежуточной аттестации, ее периодичность и систему оценок, с которыми необходимо ознакомить обучающихся на первом занятии.