

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)

УТВЕРЖДАЮ

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

_____ М.В. Хорева
«18» ноября 2022 г.

Подготовка кадров высшей квалификации в ординатуре

**Укрупненная группа специальностей:
31.00.00 Клиническая медицина**

**Специальность:
31.08.56 Нейрохирургия**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
«ВВЕДЕНИЕ В НЕЙРОНАНОТЕРАНОСТИКУ»**

**Факультативы. Вариативная часть
ФТД.2 (108 часов, 3 з.е.)**

Москва, 2022

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Введение в нейронанотераностику» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по специальности 31.08.56 Нейрохирургия (уровень подготовки кадров высшей квалификации) укрупненная группа специальностей 31.00.00 Клиническая медицина, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 25 августа 2014 г. № 1099, педагогическими работниками кафедры медицинских нанобиотехнологий медико-биологического факультета.

№	Фамилия, имя, отчество	Учёная степень, звание	Занимаемая должность	Место работы
1.	Чехонин Владимир Павлович	Академик РАН, профессор, д.м.н.	Заведующий кафедрой медицинских нанобиотехнологий МБФ	РНИМУ им. Н.И. Пирогова
2.	Кузнецов Дмитрий Анатольевич	Д.б.н., профессор	Профессор кафедры медицинских нанобиотехнологий МБФ	РНИМУ им. Н.И. Пирогова
3.	Курапов Павел Борисович	Д.б.н., профессор	Профессор кафедры медицинских нанобиотехнологий МБФ	РНИМУ им. Н.И. Пирогова
4.	Абакумов Максим Артемович	К.х.н.	Доцент кафедры медицинских нанобиотехнологий МБФ	РНИМУ им. Н.И. Пирогова
5.	Бухвостов Александр Александрович	К.б.н.	Доцент кафедры медицинских нанобиотехнологий МБФ	РНИМУ им. Н.И. Пирогова

Рабочая программа дисциплины (модуля) рассмотрена и одобрена на заседании кафедры медицинских нанобиотехнологий медико-биологического факультета.

Протокол от "18" октября 2022 г. № 09/1-22

Заведующий кафедрой _____ / В.П. Чехонин /

Оглавление

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля).....	4
2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения программы ординатуры.....	4
3. Содержание дисциплины (модуля).....	5
4. Учебно-тематический план дисциплины (модуля).....	7
5. Оценочные средства для контроля качества подготовки ординатора по дисциплине (модулю)	
8	
5.1. Формы контроля, шкала и критерии оценивания результатов обучения.....	8
5.2. Оценочные средства (примеры заданий).....	9
6. Виды и задания для самостоятельной работы ординатора (примеры).....	10
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля).....	10
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).....	11

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цель дисциплины (модуля):

Формирование базы теоретических знаний о ключевых достижениях, истории возникновения и развитии медицинских нанотехнологий, позволяющих существенно улучшить диагностику и терапию заболеваний центральной нервной системы человека (предмет нейронанотераностики), формирование практических навыков, необходимых в практической деятельности врача нейрохирурга для решения диагностических и просветительских задач.

Задачи дисциплины (модуля):

1. Изучение этиологии, патогенеза, клинической картины, методов диагностики нейрохирургической патологии;
2. Изучение профессиональных источников информации;
3. Совершенствование навыков самообразования – постоянного повышения профессиональной квалификации.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения программы ординатуры

Шифр и содержание компетенции	В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен		
	Знать	Уметь	Владеть
УК-1. Готовностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	– законы и правовые акты, регламентирующие медицинскую деятельность; – основные задачи, которые решает медицинская биотехнология; – основные понятия генной и белковой инженерии; основные подходы технологии рекомбинантных ДНК.	– пользоваться профессиональными источниками информации; – анализировать полученную информацию; – формировать системный подход к анализу медицинской информации; – формулировать задачи в профессиональной области; планирует исследования в теоретической и практической биотехнологии.	– навыками применения возможности современных информационных технологий для решения профессиональных задач; – навыками сравнительного анализа; – навыками дифференциально-диагностического поиска на основании данных обследования; навыками использования методов генной инженерии и анализа генома.
ПК-5. Готовность к определению у пациентов патологических состояний, симптомов, синдромов заболеваний, нозологических форм в соответствии с Международной статистической классификацией болезней и проблем, связанных со здоровьем	– методику сбора анамнеза жизни и жалоб у пациентов (их законных представителей) с нейрохирургическими заболеваниями и (или) состояниями, травмами отделов нервной системы; – методику осмотров и обследований пациентов с нейрохирургическими заболеваниями и (или) состояниями, травмами отделов нервной системы; – методы лабораторных и инструментальных исследований пациентов с	– интерпретировать и анализировать результаты инструментальных исследований пациентов с нейрохирургическими заболеваниями и (или) состояниями, травмами отделов нервной системы; – интерпретировать и анализировать результаты лабораторных исследований пациентов с нейрохирургическими заболеваниями и (или) состояниями, травмами отделов нервной системы; – оценивать результаты лабораторных и	– использования полученных теоретических, методических знаний и умений по фундаментальным естественнонаучным, медико-биологическим, клиническим и специальным (в том числе биотехнологическим) дисциплинам, в научно-исследовательской, лечебно-диагностической, педагогической и других видах работ

	нейрохирургическими заболеваниями и (или) состояниями и травмами отделов нервной системы для оценки состояния здоровья, медицинские показания к проведению исследований, правила интерпретации результатов исследований пациентов с нейрохирургическими заболеваниями и (или) состояниями, травмами отделов нервной системы; основы системного подхода для анализа медицинской и медико-биологической информации; современные классификации, клиническую симптоматику нейрохирургических заболеваний, их диагностику (клиническую, лабораторную, инструментальную), методики обследования различных органов и систем.	бактериологических анализов; инструментального исследования; <ul style="list-style-type: none"> – проводить диагностические исследования у пациентов нейрохирургического профиля; – принимать правильные решения по тактике ведения пациента; проводить функциональные, лабораторные и инструментальные исследования с адекватной оценкой полученных результатов, при необходимости привлекать специалистов – консультантов. 	
--	---	--	--

3. Содержание дисциплины (модуля)

Раздел	Наименование раздела	Шифр компетенции
Раздел 1	Нанонаука и нанотехнологии. Введение	УК-1, ПК-5
Раздел 2	Наночастицы в биомедицинских исследованиях и медицинской практике. Нанотоксикология	УК-1, ПК-5
Раздел 3	Биомедицинские наноматериалы. Наноструктурные основы патогенеза	УК-1, ПК-5
Раздел 4	Нанотехнологические аспекты транспорта диагностических и лекарственных препаратов через гистогематические барьеры	УК-1, ПК-5

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; наноиглы; нанооболочки; 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. Нанотехнологии в неврологии, Нанотехнологии в тканевой инженерии в неврологии, Генетическая инженерия и генная терапия в неврологии,

нанолечекарственные формы в неврологии, наноматериалы в неврологии. Методы конструирования тераностических агентов для неврологии.

Тема 4.2. Направленный транспорт биодеградирующих 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 β -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)

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	З.е.	Количество часов					Форма контроля	Шифр компетенции
			Всего	Контакт. раб.	Лек	Пр	СР		
Общий объем часов		3	108	54	18	36	54	Зачет	УК-1 ПК-5
Раздел 1	Нанонаука и нанотехнологии. Введение		19	9	3	6	10	Текущий контроль	УК-1 ПК-5
Тема 1.1	Роль биологии в медицине. Базовые понятия и определения		9	3	1	2	6		
Тема 1.2	Методы исследования наноструктур		10	6	2	4	4		
Раздел 2	Наночастицы в биомедицинских исследованиях и медицинской практике. Нанотоксикология		19	9	3	6	10		
Тема 2.1	Общие закономерности и особенности фармакокинетики и фармакодинамики наночастиц, определяемые их размерами		8	4	2	2	4		
Тема 2.2	Особенности токсичности ряда применяемых в биомедицинских исследованиях наночастицы		11	5	1	4	6		
Раздел 3	Биомедицинские наноматериалы. Наноструктурные основы патогенеза		36	18	6	12	18	Текущий контроль	УК-1 ПК-5
Тема 3.1	НЭМС (наноэлектромеханические системы)		12	6	2	4	6		
Тема 3.2	Полипептидные и ДНК нанопроволоки		12	6	2	4	6		
Тема 3.3	Наноматериалы для иммуноизоляции		12	6	2	4	6		

	(иммуновыделения) клеток для клеточной терапии								
Раздел 4	Нанотехнологические аспекты транспорта диагностических и лекарственных препаратов через гистогематические барьеры	34	18	6	12	16		Текущий контроль	УК-1 ПК-5
Тема 4.1	Нанотехнологические подходы к диагностике и терапии опухолей	12	6	2	4	6			
Тема 4.2	Направленный транспорт биodeградирующих полимерных наночастиц	12	6	2	4	6			
Тема 4.3	«Умные» дендримеры и высокоселективные нанозонды	10	6	2	4	4			

5. Оценочные средства для контроля качества подготовки ординатора по дисциплине (модулю)

5.1. Формы контроля, шкала и критерии оценивания результатов обучения

Текущий контроль успеваемости проводится по итогам освоения каждого раздела учебно-тематического плана в виде устного собеседования.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачёта (устное собеседование) после освоения дисциплины (модуля). Обучающимся предлагается дать устно ответы на вопросы билета.

Шкала и критерии оценивания

Результаты обучения оцениваются по четырехбалльной и двухбалльной шкале:

Результаты устного собеседования оцениваются:

Оценка «отлично» - в процессе собеседования ординатор демонстрирует знания материала и подробно и аргументированно отвечает на дополнительные вопросы.

Оценка «хорошо» - в процессе собеседования ординатор демонстрирует знания материала, грамотно и по существу излагает его, отвечает на дополнительные вопросы, не допуская существенных неточностей.

Оценка «удовлетворительно» - в процессе собеседования ординатор демонстрирует поверхностные знания программного материала, не усвоил его деталей, допускает неточности, оперирует недостаточно правильными формулировками, не полностью отвечает на дополнительные вопросы.

Оценка «неудовлетворительно» - в процессе собеседования ординатор демонстрирует незнание значительной части программного материала, допускает грубые ошибки при ответе на дополнительные вопросы.

Результаты устного собеседования оцениваются:

Оценка «Зачтено» – ординатор подробно отвечает на теоретические вопросы, не допускает принципиальных ошибок.

Оценка «Не зачтено» – не владеет теоретическим материалом и допускает грубые ошибки.

Ординатор считается аттестованным при наличии оценки «зачтено» за устное собеседование.

5.2. Оценочные средства (примеры заданий)

Примеры заданий для текущего контроля успеваемости

Примеры вопросов к устному собеседованию:

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:
 - a. квантовых точек в культуре клеток;
 - b. размеров полимерных наночастиц и их кластеров;
 - c. меченных Dil ПЭГилированных иммунолипосом.

Примеры заданий для промежуточной аттестации

Примеры вопросов к устному собеседованию:

1. Сравнительная характеристика лекарственных форм на основе кремниевых нанопористых материалов и полимерных «депо» (матриксов).
2. Критерии понятия «медицинская наночастица» или «нанолекарство».
3. Магнитные изотопные эффекты в нанофармакологии. Нанокатиониты.
4. Наночастицы на основе металлов и их оксидов. Использование в медицине и биотехнологии.
5. Углеродные наночастицы: фуллерены, нанотрубки. Достижения и перспективы применения в медицине.
6. Специфические особенности токсичности и биологические опасности наночастиц и наноматериалов.
7. «Волшебная пуля Эрлиха» и основные достижения нанофармакологии. Особенности наночастиц, позволяющие повышать эффективность их фармакологического применения.
8. Наночастицы и их способность проникать в компартменты организма, ограниченные полупроницаемыми биологическими барьерами (ГЭБ, плацентарный, эндотелиальный барьеры).
9. Основные типы (разновидности) наночастиц, применяемых в медицине. Преимущества и ограничения их использования в качестве фармакологических агентов.

10. Просвечивающая электронная микроскопия. Принципы работы, примеры использования. Преимущества и недостатки.

Оценочные средства для контроля качества подготовки ординатора в ходе освоения дисциплины (модуля), а также оценки промежуточных и (или) окончательных результатов обучения по дисциплине (модулю) представлены в Приложении 1 «Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)».

6. Виды и задания для самостоятельной работы ординатора (примеры)

1. Подготовка к практическим занятиям.
2. Работа с учебниками, учебно-методическими пособиями, другими информационно-образовательными ресурсами.
3. Изучение специальной литературы по темам дисциплины (материалы, опубликованные в монографиях, специализированных журналах, на рекомендованных медицинских сайтах и пр.).

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

Основная литература:

1. 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.
2. 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.
3. 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.
4. Биохимия [Текст]: [учеб. для мед. вузов] / под ред. Е. С. Северина; [Л. В. Авдеева, Т. Л. Алейникова, Л. Е. Андрианова и др.]. - 5-е изд. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009.
5. Биохимия [Электронный ресурс] / под ред. Е. С. Северина. – 5-е изд., испр. и доп. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 768 с.: ил. - URL: <http://marc.rsmu.ru:8020/marcweb2/Default.asp>.
6. Никулин, Б.А. Пособие по клинической биохимии: учеб. пособие для системы послевуз. проф. образования врачей / Б.А. Никулин. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2007.
7. Березов, Т.Т. Биологическая химия [Электронный ресурс]: учеб. для мед. вузов / Т. Т. Березов, Б. Ф. Коровкин. – Москва: Медицина, 2008. – 704 с.: ил. - URL: <http://marc.rsmu.ru:8020/marcweb2/Default.asp>.
8. Биологическая химия с упражнениями и задачами [Электронный ресурс] / [Е. С. Северин и др.]; под ред. С. Е. Северина. – 2-е изд. испр. и доп. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2013. - URL: <http://marc.rsmu.ru:8020/marcweb2/Default.asp>.
9. 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.
10. 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 Techniques of Biochemistry and Molecular Biology / ed. by K. Wilson and J. Walker. - 6th ed. (Cambridge Univ. Press).
11. 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: <http://marc.rsmu.ru:8020/marcweb2/Default.asp>.
12. Нуклеиновые кислоты от А до Я [Текст] / под ред. С. Мюллер; пер. с англ. А. А. Синюшина, Ю. В. Киселевой; [Б. Аппель, Б. И. Бенеке, Я. Бененсон и др.]. - Москва: Бином. Лаборатория знаний, 2012.

13. Данилова, Л.А. Биохимия полости рта [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Л.А. Данилова, Н.А. Чайка. – Санкт-Петербург: СпецЛит, 2012. – 68 с. - URL: <http://e.lanbook.com>.
14. Вавилова, Т.П. Биохимия тканей и жидкостей полости рта [Электронный ресурс]: [учеб. пособие для мед. вузов] / Т. П. Вавилова. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2011. – 203 с. - URL: <http://marc.rsmu.ru:8020/marcweb2/Default.asp>.
15. 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.

Дополнительная литература:

1. Молекулярная биология клетки. Руководство для врачей. Фаллер Д. М., Шилдс Д.М., Бинном 2006.
2. «Культура животных клеток. Методы». Москва: «Мир», 1989.
3. Радиоавтография. Э. Роджерс, Москва. Атомиздат, 1972.
4. Введение в иммуноцитохимию: современные методы и проблемы. Дж. Полак, С. Ван Норден, Москва: «Мир», 1987.
5. Очерки современной молекулярной генетики. Е.Д. Свердлов. 1993 -1998 г. По курсу лекций для студентов биологического факультета МГУ.
6. Введение в молекулярную диагностику и генотерапию наследственных заболеваний. Горбунова В.Н., Баранов В.С. СПб.: "Специальная литература", 1997.
7. Осипьян Ю.А., Кведер В.В. Материаловедение. – 1997. – Т.1, №1. – С.3-9; №2. С.5-11.
8. Нанобиотехнология и наномедицина. Медведева Н.В., Ипатова Ю.Д. Биомед. Химия. – 2006. – Т.52, №6. – С.529-546.

Информационное обеспечение (профессиональные базы данных, информационные справочные системы):

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. <https://pubmed.com> PubMed – англоязычная текстовая база данных медицинских и биологических публикаций.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Аудитория, оборудованная мультимедийными и иными средствами обучения: Лекционный зал – учебная аудитория для проведения лекционных, практических занятий, семинарских занятий, укомплектована учебной мебелью (столы, стулья). Оснащена: доска, ноутбук, проектор, экран.

Аудитория, оборудованная мультимедийными и иными средствами обучения, позволяющими использовать симуляционные технологии, с типовыми наборами профессиональных моделей и результатов лабораторных и инструментальных исследований:

- магнитно-резонансным томографом ClinScan (BrukerBiospin);
- комплексом программно-аппаратной обработки и архивации магнитно-резонансных томограмм ClinScan C 1;
- системой «Infinity1200»;
- системой высокоэффективной жидкостной хроматографии «Acquity UPLC H-Class Core»;
- системой хроматографическая низкого давления с УФ-детектором и набором колонок;
- испарителями ротационными с вертикальным холодильником «Hei-Vap Advantage Motor Lift»;

- насосами вакуумными;
- мешалками магнитными с подогревом;
- весами лабораторными;
- рН-метром;
- шкафом ламинарный;
- детектором флуоресцентный для ВЭЖК;
- сушилкой лиофильной;
- CO₂-инкубатор;
- наборами автоматических одноканальных и многоканальных пипеток;
- центрифугами многофункциональные с охлаждением;
- система очистки воды «Millipor S.A.S.»;
- микроскопами биологическими лабораторными «Leica»;
- комплектом оборудования для проведения нейрофизиологических исследований.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации: учебная мебель, компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду.

Перечень программного обеспечения

- MICROSOFT WINDOWS 7, 10;
- OFFICE 2010, 2013;
- Антивирус Касперского (Kaspersky Endpoint Security);
- ADOBE CC;
- Photoshop;
- Консультант плюс (справочно-правовая система);
- iSpring;
- Adobe Reader;
- Adobe Flash Player;
- Google Chrom, Mozilla Firefox, Mozilla Public License;
- 7-Zip;
- FastStone Image Viewer.