

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)**

Медико-биологический факультет

«УТВЕРЖДАЮ»

Декан медико-биологического факультета

д-р биол. наук, проф.

_____ Е.Б. Прохорчук

« 29 » августа 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б.1.О.31 ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ГЕНОМОВ И ГЕНОВ

для образовательной программы высшего образования -
программы бакалавриата
по направлению подготовки: 06.03.01. Биология
Направленность (профиль): Биомедицина

Москва 2022 г.

Настоящая рабочая программа дисциплины Б.1.О.31 «Функционирование геномов и генов» (Далее – рабочая программа дисциплины), является частью программы подготовки бакалавров по направлению подготовки: 06.03.01. Биология

Направленность (профиль) образовательной программы: Биомедицина

Форма обучения: очная.

Рабочая программа дисциплины подготовлена на кафедре молекулярной биологии и медицинской биотехнологии медико-биологического факультета (далее – кафедра) ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России авторским коллективом под руководством Прохорчука Е.Б., доктора биологических наук, член-корреспондента РАН.

Составители:

№ п.п.	Фамилия, Имя, Отчество	Ученая степень, ученое звание	Занимаемая должность	Основное место работы	Подпись
1	Кулакова Ольга Георгиевна	Канд. биол. наук, доцент	Доцент кафедры молекулярной биологии и медицинской биотехнологии	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России	
2	Матвеева Наталия Алексеевна	Канд. биол. наук	С.н.с. лаборатории функциональной геномики сердечно-сосудистых заболеваний	ФГБУ НМИЦ кардиологии им. акад. Е.И. Чазова Минздрава России	
3	Титов Борис Васильевич	Канд. мед. наук	Н.с. лаборатории функциональной геномики сердечно-сосудистых заболеваний	ФГБУ НМИЦ кардиологии им. акад. Е.И. Чазова Минздрава России	

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры (Протокол № 10 от «27» июня 2022 г.).

Рабочая программа дисциплины рекомендована к утверждению рецензентами:

№ п.п.	Фамилия, Имя, Отчество	Ученая степень, ученое звание	Занимаемая должность	Основное место работы	Подпись
1.	Чудаков Дмитрий Михайлович	Д-р мед. наук, проф., член-корреспондент РАН	И.о. директора НИИ трансляционной медицины зав. отделом молекулярных технологий	НИИ трансляционной медицины ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России	

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена советом медико-биологического факультета, протокол № 1 от «29» августа 2022 г.

Нормативно-правовые основы разработки и реализации рабочей программы дисциплины:

- 1) Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 06.03.01 Биология, утвержденный приказом Министра образования и науки Российской Федерации от «7» августа 2020 г. № 920.
- 2) Общая характеристика образовательной программы.
- 3) Учебный план образовательной программы.
- 4) Устав и локальные акты Университета.

1. Общие положения

1.1. Цель и задачи освоения дисциплины

1.1.1. Целью освоения дисциплины «Функционирование геномов и генов» является получение системных знаний о строении и функционировании генов и геномов живых организмов, об их роли в молекулярной организации клетки; получение навыков анализа медико-биологических социально-значимых проблем с точки зрения лежащих в их основе молекулярно-генетических процессов; формирование современного естественно-научного мировоззрения на основе знания механизмов передачи и реализации генетической информации; выявление тесной связи геномики с другими медицинскими дисциплинами, практическим здравоохранением.

1.1.2. Задачи, решаемые в ходе освоения программы дисциплины:

- приобретение студентами знаний в области геномных исследований и технологий;
- формирование у студентов представлений о патологических состояниях как результате нарушения молекулярно-генетических механизмов внутриклеточных процессов;
- ознакомление студентов с основными технологиями структурного и функционального анализа нуклеиновых кислот, включая компьютерные программы и алгоритмы исследования нуклеотидных последовательностей;
- формирование навыков анализа биомедицинских социально-значимых проблем с точки зрения лежащих в их основе молекулярных процессов;
- ознакомление студентов с важнейшими методами молекулярной биологии и геномной инженерии, позволяющими проводить основные этапы молекулярной диагностики;
- ознакомление студентов с использованием достижений геномных исследований в медицине;
- формирование навыков изучения и анализа научной и практической медицинской и медико-биологической литературы.

1.2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Функционирование геномов и генов» изучается в седьмом семестре и относится к обязательной части Б1 Дисциплины. Является обязательной дисциплиной.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 з.е.

Для успешного освоения настоящей дисциплины обучающиеся должны освоить следующие дисциплины: Биология, Иностранный язык, общая и неорганическая химия, Органическая химия, Физическая химия, Биохимия, Микробиология и вирусология, Основы клеточной биологии, Основы молекулярной биологии.

Знания, умения и опыт практической деятельности, приобретенные при освоении настоящей дисциплины, необходимы для успешного освоения следующих дисциплин: Математическая биология, Клиническая лабораторная диагностика, Геномика, Модельные

объекты в экспериментальной биологии, а также для выполнения выпускной квалификационной работы.

1.3.Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы:

Код и наименование компетенции		
Код и наименование индикатора компетенции	наименование достижения	Планируемые результаты освоения дисциплины (уровень сформированности индикатора (компетенции))
Общепрофессиональные компетенции		
УК-1.Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.		
УК-1. ИД1 – Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними.	Знать:	Основные понятия и законы молекулярной биологии и геномики, основные методы и средства анализа в современной молекулярной биологии и геномике.
	Уметь:	Предложить адекватный, в том числе междисциплинарный, подход для поиска взаимосвязи между нарушениями в структуре и функционировании генов (генома) и патологическими процессами.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	Владеть навыками выбора подходящих моделей и методов исследования проблемных ситуаций в .
Общепрофессиональные компетенции		
ОПК-5. Способен применять в профессиональной деятельности современные представления об основах биотехнологических и биомедицинских производств, генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования.		
ОПК-5.ИД1 – Применяет в профессиональной деятельности современные представления об основах биотехнологических и биомедицинских производств.	Знать:	Основные понятия и принципы функционирования генов и геномов.
	Уметь:	Воспроизводить основные молекулярно-генетические методы исследования для решения экспериментальных и практических задач в области биомедицины.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	Владеть методическими навыками для применения их в области биотехнологических и биомедицинских производств.

2. Формы работы обучающихся, виды учебных занятий и их трудоёмкость

Формы работы обучающихся / Виды учебных занятий/ Формы промежуточной аттестации	Всего часов	Распределение часов по семестрам	
		7	
Учебные занятия			
<i>Контактная работа обучающихся с преподавателем в семестре (КР), в т.ч.:</i>	96	96	
Лекционное занятие (ЛЗ)	32	32	
Семинарское занятие (СЗ)			
Практическое занятие (ПЗ)	36	36	
Практикум (П)			
Лабораторно-практическое занятие (ЛПЗ)	16	16	

Лабораторная работа (ЛР)			
Клинико-практические занятия (КПЗ)			
Специализированное занятие (СПЗ)			
Комбинированное занятие (КЗ)			
Коллоквиум (К)	12	8	
Контрольная работа (КР)			
Итоговое занятие (ИЗ)			
Групповая консультация (ГК)			
Конференция (Конф.)			
Иные виды занятий			
Самостоятельная работа обучающихся в семестре (СРО), в т.ч.	48	48	
Подготовка к учебным аудиторным занятиям	36	36	
Подготовка истории болезни			
Подготовка курсовой работы			
Подготовка реферата	12	12	
Подготовка протокола патолого-анатомического вскрытия			
Промежуточная аттестация			
Контактная работа обучающихся в ходе промежуточной аттестации (КРПА), в т.ч.:	9	9	
Зачёт (З)			
Защита курсовой работы (ЗКР)			
Экзамен (Э)**	9	9	
Самостоятельная работа обучающихся при подготовке к промежуточной аттестации (СРПА), в т.ч.	27	27	
Подготовка к экзамену**	27	27	
Общая трудоемкость дисциплины (ОТД)	180	180	
	5	5	

3. Содержание дисциплины

3.1. Содержание разделов, тем дисциплины

№ п/п	Шифр компетенции	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
1	2	3	4
Раздел 1. Молекулярная организация клетки.			
1	УК-1, ОПК-5	Тема 1. Молекулярные механизмы передачи сигнала	Внутриклеточный сигнальный путь, активированный внеклеточными сигнальными молекулами. Формы внеклеточной передачи сигнала. Передача сигнала через щелевые контакты (gap junctions). Механизм действия ядерных рецепторов. Рецепторы на поверхности клеток. Внутриклеточные сигнальные молекулы. Молекулярные переключатели. Регуляция активности GTPаз. Формирование внутриклеточных сигнальных комплексов. Передача сигнала через рецепторы, сопряженные с G-белком. Передача сигнала через рецепторы, сопряженные с ферментами. Основные классы рецепторов, сопряженных с ферментами. Тирозинкиназные рецепторы. Рецепторы, ассоциированные с тирозинкиназами. Рецепторные серин/треониновые

			протеинкиназы. Сигнальные пути, основанные на р3регулируемом протеолизе латентных белков-ре4гуляторов генов.
2	УК-1, ОПК-5	Тема 2. Цитоскелет эукариотических клеток	<p>Три типа филаментов участвующих в организации цитобскелета: актиновые филаменты, микротрубочки и промежуточные филаменты. Строение и свойства G-актина. Формирование актиновых филаментов, участие АТР. Актин-связывающие белки. Миозины. Формирование сайтов адгезии. Амебoidalное движение и подвижность немышечных клеток.</p> <p>Строение и свойства тубулина. Структура микротрубочки. Самосборка микротрубочек; роль GTP. Микротрубочко-ассоциированные белки. Моторные белки, ассоциированные с микротрубочками. Роль микротрубочек в поведении клетки.</p> <p>Промежуточные филаменты. Роль промежуточных филаментов в клетке. Структура субъединиц белков промежуточных филаментов и сборка цитоплазматических филаментов. Шесть классов белков промежуточных филаментов. Тканеспецифический характер экспрессии белков этих классов. Примеры функционирования промежуточных филаментов различных типов.</p>
3	УК-1, ОПК-5	Тема 3. Принципы межклеточного взаимодействия. Экстрацеллюлярный матрикс. Молекулы адгезии.	<p>Разнообразие экстрацеллюлярного матрикса (ЭЦМ). Основные компоненты ЭЦМ: структурные белки, адгезивные белки, протеогликаны (ПГ) и гиалуроновая кислота. Фибриллярные и нефибриллярные коллагены. Структура и сборка фибрилл. Эластин. Строение и сборка эластических волокон. Ламинин и фибронектин – основные адгезивные белки ЭЦМ. Структура и функции. Гликозаминогликаны (ГАГ) и гиалуроновая кислота. ПГ и ГАГ. Строение. Синтез. Функции. Информационная роль матрикса.</p> <p>Типы адгезии. Суперсемейства молекул адгезии: иммуноглобулиноподобные молекулы адгезии, кадгерин, селектины, интегрины. Участие в различных типах адгезии. Краткая характеристика каждого суперсемейства.</p>
4	УК-1, ОПК-5	Тема 4. Механизмы апоптоза. Апоптоз и патологические состояния	<p>Программируемая клеточная смерть у про- и эукариот. Понятие «апоптоз», его отличие от некроза. Каспазы. Активация каспаз. Белки семейства Bcl. Два основных пути апоптоза: с помощью рецепторов клеточной гибели и митохондриальный. Механизмы апоптоза и регуляция апоптоза. Удаление апоптотических клеток. Связь апоптоза с различными заболеваниями: апоптоз при онкологических, сердечно-сосудистых, аутоиммунных, нейродегенеративных и других заболеваниях.</p>
5	УК-1, ОПК-5	Тема 5. Стволовые и прогениторные клетки	<p>Стволовые и прогениторные клетки, история их открытия. Определение стволовых клеток. Основные типы стволовых клеток человека. Эмбриональные стволовые клетки. Понятие фетальные клетки. Стволовые и прогениторные клетки взрослого организма. Процессы регенерации. Свойства стволовых клеток различного происхождения. Основные характеристики стволовых и прогениторных клеток. Молекулярные маркеры столовых и прогениторных клеток. Понятие ниши. Клетки, участвующие в структуре ниши. Регуляция деления стволовой клетки. Ландшафт Уоддингтона. Принцип качелей Корочкина. Факторы, влияющие на дифференцировку прогениторных клеток. Эпителиально-мезенхимальный переход. Индуцированные плюрипотентные клетки. Опухолевые стволовые клетки. Теории происхождения опухолей.</p>
6	УК-1, ОПК-5	Тема 6. Основы клеточной инженерии и геной терапии.	<p>История клеточной терапии. Молекулярные характеристики клеток для терапии. Технология получения и культивирования клеток животных и растений. Понятия линий, пересеваемых и первичных культур клеток. Среды. Принцип строения банков клеток. Перспектива создания технологий клонирования тканей и органов. Методы паспортизации клеток. Понятие контаминации. Международные требования к безопасности клеток. Методы управления дифференцировкой клеток в культурах. Необходимые</p>

			условия стадии дифференцировки прогениторных клеток для клеточной терапии. Типы стволовых/прогениторных клеток, используемых для терапии. Поведение клеток после введения их в организм животного. Понятия аутологичности. Аллотрансплантаты и ксенотрансплантаты. Химерные животные. Технологии получения кондиционных сред. Технологии выделения факторов из клеток млекопитающих. Стандарты GLP («Good Laboratory Practice», Надлежащая лабораторная практика) для лабораторных исследований и GMP («Good Manufacturing Practice») для производства клеточных препаратов. Закон РФ для применения клеточных препаратов. Возможность использования индуцированных плюрипотентных клеток.
Раздел 2. Геномика и эпигеномика			
7	УК-1, ОПК-5	Тема 7. Понятие об эпигенетике	Примеры однойяцевых близнецов, клонированных организмов. Ландшафты Уоддингтона (Waddington). Ошибочные теории на заре генетики: деминуция хроматина и количественный контроль экспрессии. Основные механизмы контроля генетической информации на уровне первичной структуры ДНК и на уровне эпигенетики. Основные эпигенетические механизмы: гистоновый код, метилирование ДНК, некодирующие РНК
8	УК-1, ОПК-5	Тема 8. 3D геномика	Гистоновый код, метилирование ДНК. Эхансеры, суперэхансеры, топологически изолированные домены, инсуляторы, транскрипционные фабрики. Методы картирования топологически изолированных доменов, HiC. Хромосомные территории.
9	УК-1, ОПК-5	Тема 9. Репрограммирование транскрипционных программ	Дифференцировка, дедифференцировка. Соматическое репрограммирование. X инактивация. Геномный импринтинг. Факторы Яманаки. Транскрипционные программы индуцированных плюрипотентных клеток. Бивалентные марки хроматина. Клонирование организмов.
10	УК-1, ОПК-5	Тема 10. Живые тексты: анатомия и разнообразие геномов	Геномные базы данных. Разброс размеров геномов. Парадокс и загадка С-значения. Геномы архей, бактерий и эукариот: принципиальные сходства и различия. Геномы виридов как пример простейшего репликатора. Разнообразие вирусных геномов и корреляция между размером генома и количеством генов. Общие закономерности анатомии бактериальных геномов. Дополнительные хромосомные элементы: плазмиды, мегаплазмиды, хромиды. Геномные критерии вида у прокариот. Геномы динофлагеллят.
Раздел 3 Геномные технологии			
11	УК-1, ОПК-5	Тема 11. Геномная революция 1	Применение NGS секвенирования в науке: де ново сборка геномов; SNP calling; ChIP Seq (анализ ДНК-белковых взаимодействий: иммунопреципитация хроматина высокопроизводительным секвенированием ДНК); одноклеточная геномика; ATAC-Seq (анализ открытых структур хроматина); RNA Seq.
12	УК-1, ОПК-5	Тема 12. Геномная революция 2	Применение NGS секвенирования в диагностике: определение соматических мутаций при онкологических заболеваниях; анализ свободноциркулирующей ДНК при онкологических заболеваниях; неинвазивная пренатальная диагностика; RNA Seq панели при назначении химиотерапии при онкологических заболеваниях; экзомное секвенирование и прекоцепционный скрининг; наследственные формы многофакторных заболеваний; определение репертуара T клеточных рецепторов; анализ микробиоты.
13	УК-1, ОПК-5	Тема 13. Современные инструменты	Инструменты генетического редактирования: TALEN, CRISPR/Cas, цинковые пальцы. Области применения технологий. Соматическое редактирование и редактирование зигот. Поиск новых геноредакторов. Основные подходы к созданию лекарств на

		генетического редактирования	основе геноредактирования. Эпигенетическое редактирование с помощью dCas8.
14	УК-1, ОПК-5	Тема 14 Геномы вирусов	Вирусы, отличия от клеточных форм жизни. Принципы классификации и систематики вирусов, происхождение и распространение вирусов в природе. Механизмы взаимодействия вирусов с клеткой-хозяином. Принципы трансляции вирусных мРНК в эукариотических клетках. Локализация синтеза вирусных мРНК и белков в зараженной клетке. Разнообразие вирусных геномов. Классификация вирусов по Балтимору. Основные группы, семейства вирусов человека. Жизненный цикл и функционирование генома на примере вирусов HIV и SARS-Cov2. Прионы. Прионные заболевания человека
15	УК-1, ОПК-5	Тема 15. Геномика патологических состояний	Онкологические и нейродегенеративные болезни. Математические основы проведения ассоциативных исследований (GWAS). Логистическая регрессия. Пассажирские и драйверные SNP. Соотношение рисков. Соотношение роли генетических и средовых факторов при развитии заболевания.
16	УК-1, ОПК-5	Тема 16. Популяционная геномика. Геномика и эпигеномика древней ДНК	Понятие Fst. Дрейф генов, бутылочное горлышко, эффект основателя. Полногеномные этнические исследования. Этногенетические карты PCA. Понятие о F2, F3, F4 статистике. ABBA-BABA тест. Принципы лабораторной работы с древней ДНК. Принципы анализа данных секвенирования древней ДНК. Эволюция человека с точки зрения современной генетики. Эпигенетика древней ДНК.

3.2. Перечень разделов (модулей), тем дисциплины для самостоятельного изучения обучающимися (при наличии): не предусмотрен.

4. Тематический план дисциплины

4.1. Тематический план контактной работы обучающихся с преподавателем

№ п/п	Виды учебных занятий/форма промежуточной аттестации*	Период обучения (семестр). Порядковые номера и наименование разделов (модулей) (при наличии). Порядковые номера и наименование тем (модулей) модулей. Темы учебных занятий.	Количество часов контактной работы	Виды текущего контроля успеваемости**	Формы проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации***					
					К П	О У	О П	ОК	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
7 семестр										
		Раздел 1 Молекулярная организация клетки								
		<i>Тема 1 Молекулярные механизмы передачи сигнала</i>	40							
1	ЛЗ	Молекулярные механизмы передачи сигнала	2	Д	+					

2	ПЗ	Сигнальные пути, основанные на регулируемом протеолизе латентных белков-регуляторов генов.	4	ДТ	+					
		<i>Тема 2. Цитоскелет эукариотических клеток</i>								
3	ЛЗ	Цитоскелет эукариотических клеток	2	Д	+					
4	ПЗ	Участие моторных белков и белков, взаимодействующих с элементами цитоскелета, в регуляции поведения клетки	4	ДТ	+					
		<i>Тема 3. Принципы межклеточного взаимодействия. Экстрацеллюлярный матрикс. Молекулы адгезии.</i>								
5	ЛЗ	Принципы межклеточного взаимодействия. Экстрацеллюлярный матрикс. Молекулы адгезии.	2	Д	+					
6	ПЗ	Использование молекул адгезии и компонентов ЭЦМ в молекулярной биологии, медицине и косметологии.	4	ДТ	+					
		<i>Тема 4. Механизмы апоптоза. Участие апоптоза в развитии патологических состояний.</i>								
7	ЛЗ	Механизмы апоптоза. Участие апоптоза в развитии патологических состояний.	2	Д	+					
8	ПЗ	Методы изучения клеточного цикла и апоптоза	4	ДТ	+			+		
		<i>Тема 5. Стволовые и прогениторные клетки</i>								
9	ЛЗ	Стволовые и прогениторные клетки	2	Д	+					
10	ПЗ	Принципы культивирования клеток млекопитающих. Иммуноцитохимические методы исследования эукариотических клеток	4	ДТ	+					
		<i>Тема 6. Основы клеточной инженерии. Основные подходы генной терапии. Аптамеры</i>								
11	ЛЗ	Основы клеточной инженерии. Основные подходы генной терапии. Аптамеры	2	Д	+					
12	ЛПЗ	Иммуноцитохимический анализ компонентов клетки.	4	ДТ	+				+	
13	К	<i>Текущий рубежный (модульный) контроль по разделам 1 - 2</i>	4	ДР	+	+	+			
		Раздел 2. Геномика и эпигеномика	24							
		<i>Тема 7. Понятие об эпигенетике</i>								
14	ЛЗ	Понятие об эпигенетике	2	Д	+					
		<i>Тема 8. 3D геномика</i>								
15	ЛЗ	3D геномика	2	Д	+					
16	ЛПЗ	Рестрикция, определение активности и специфичности рестриктаз.	4	ДТ	+				+	
		<i>Тема 9. Репрограммирование транскрипционных программ</i>								

17	ЛЗ	Репрограммирование транскрипционных программ	2	Д	+					
18	ЛПЗ	Постановка реакции ПЦР-ПДРФ	4	ДТ	+				+	
		<i>Тема 10. Живые тексты: анатомия и разнообразие геномов</i>								
19	ЛЗ	Живые тексты: анатомия и разнообразие геномов	2	Д	+					
20	ПЗ	Геномика и эпигеномика в биологии и медицине	4	ДТ	+			+		
21	К	<i>Текущий рубежный (модульный) контроль по разделу 2</i>	4	ДР	+	+	+			
		Раздел 3. Геномные технологии	32							
		<i>Тема 11. Геномная революция</i>								
22	ЛЗ	Геномная революция. Применение NGS секвенирования в науке.	2	Д	+					
23	ЛЗ	Геномная революция. Применение NGS секвенирования в диагностике.	2	Д	+					
24	ЛПЗ	Анализ экспрессии генов RT-PCR	4	ДТ	+				+	
		<i>Тема 12. Современные инструменты генетического редактирования</i>								
25	ЛЗ	Современные инструменты генетического редактирования	2	Д	+					
26	ПЗ	Система хозяин – вектор. Основные свойства векторов, используемых в генной инженерии.	4	ДТ	+					
		<i>Тема 13. Математика и генетика</i>								
27	ЛЗ	Геномы вирусов	2	Д	+					
28	ПЗ	Персонализированная медицина: значение и перспективы полномасштабного секвенирования генома нового поколения.	4	ДТ	+			+		
		<i>Тема 14. Геномика патологических состояний</i>								
29	ЛЗ	Геномика патологических состояний	2	Д	+					
		<i>Тема 15. Популяционная геномика. Этническая геномика. Геномика и эпигеномика древней ДНК</i>								
30	ЛЗ	Популяционная геномика. Этническая геномика. Геномика и эпигеномика древней ДНК	2	Д	+					
31	К	<i>Текущий рубежный (модульный) контроль по разделу 4</i>	4	ДР	+	+	+			
32	ИЗ	<i>Итоговый контроль</i>	4	ДИ	+			+		
		Всего часов за семестр:	96							

Условные обозначения:

Виды учебных занятий и формы промежуточной аттестации *

Виды учебных занятий, формы промежуточной аттестации	Сокращённое наименование	
Лекционное занятие	Лекция	ЛЗ
Семинарское занятие	Семинар	СЗ
Практическое занятие	Практическое	ПЗ
Практикум	Практикум	П

Лабораторно-практическое занятие	Лабораторно-практическое	ЛПЗ
Лабораторная работа	Лабораторная работа	ЛР
Клинико-практические занятия	Клинико-практическое	КПЗ
Специализированное занятие	Специализированное	СЗ
Комбинированное занятие	Комбинированное	КЗ
Коллоквиум	Коллоквиум	К
Контрольная работа	Контр. работа	КР
Итоговое занятие	Итоговое	ИЗ
Групповая консультация	Групп. консультация	КС
Конференция	Конференция	Конф.
Защита курсовой работы	Защита курсовой работы	ЗКР
Экзамен	Экзамен	Э

Виды текущего контроля успеваемости (ВТК)**

Виды текущего контроля успеваемости (ВТК)**	Сокращённое наименование		Содержание
Текущий дисциплинирующий контроль	Дисциплинирующий	Д	Контроль посещаемости занятий обучающимся
Текущий тематический контроль	Тематический	Т	Оценка усвоения обучающимся знаний, умений и опыта практической деятельности на занятиях по теме.
Текущий рубежный (модульный) контроль	Рубежный	Р	Оценка усвоения обучающимся знаний, умений и опыта практической деятельности по теме (разделу, модулю) дисциплины
Текущий итоговый контроль	Итоговый	И	Оценка усвоения обучающимся знаний, умений и опыта практической деятельности по темам (разделам, модулям) дисциплины

Формы проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся /виды работы обучающихся/ ***

№	Формы проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся (ФТКУ) ***	Техническое и сокращённое наименование		Виды работы обучающихся (ВРО) ***	Типы контроля
1	Контроль присутствия (КП)	Присутствие	КП	Присутствие	Присутствие
2	Учет активности (А)	Активность	А	Работа на занятии по теме	Участие
3	Опрос устный (ОУ)	Опрос устный	ОУ	Выполнение задания в устной форме	Выполнение обязательно
4	Опрос письменный (ОП)	Опрос письменный	ОП	Выполнение задания в письменной форме	Выполнение обязательно
5	Опрос комбинированный (ОК)	Опрос комбинированный	ОК	Выполнение заданий в устной и письменной форме	Выполнение обязательно
6	Тестирование в электронной форме (ТЭ)	Тестирование	ТЭ	Выполнение тестового задания в электронной форме	Выполнение обязательно
7	Проверка реферата (ПР)	Реферат	ПР	Написание (защита) реферата	Выполнение обязательно
8	Проверка лабораторной работы (ЛР)	Лабораторная работа	ЛР	Выполнение (защита) лабораторной работы	Выполнение обязательно

9	Подготовка учебной истории болезни (ИБ)	История болезни	ИБ	Написание (защита) учебной истории болезни	Выполнение обязательно
10	Решение практической (ситуационной) задачи (РЗ)	Практическая задача	РЗ	Решение практической (ситуационной) задачи	Выполнение обязательно
11	Подготовка курсовой работы (ПКР)	Курсовая работа	ПКР	Выполнение (защита) курсовой работы	Выполнение обязательно
12	Клинико-практическая работа (КПР)	Клинико-практическая работа	КПР	Выполнение клинико-практической работы	Выполнение обязательно
13	Проверка конспекта (ПК)	Конспект	ПК	Подготовка конспекта	Выполнение обязательно
14	Проверка контрольных нормативов (ПKN)	Проверка нормативов	ПKN	Сдача контрольных нормативов	Выполнение обязательно
15	Проверка отчета (ПО)	Отчет	ПО	Подготовка отчета	Выполнение обязательно
16	Контроль выполнения домашнего задания (ДЗ)	Контроль самостоятельной работы	ДЗ	Выполнение домашнего задания	Выполнение обязательно, Участие
17	Контроль изучения электронных образовательных ресурсов (ИЭОР)	Контроль ИЭОР	ИЭОР	Изучения электронных образовательных ресурсов	Изучение ЭОР

5. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине

5.1. Планируемые результаты обучения по темам и разделам дисциплины

Планируемые результаты обучения по темам и разделам дисциплины, соотнесенные с планируемыми результатами освоения дисциплины – согласно п. 1.3. и содержанием дисциплины – согласно п.3. настоящей рабочей программы дисциплины.

5.2. Формы проведения текущего контроля успеваемости

Текущий контроль успеваемости обучающегося в семестре осуществляется в формах, предусмотренных тематическим планом настоящей рабочей программы дисциплины (см. п. 4.1).

5.3. Критерии, показатели и оценочные средства текущего контроля успеваемости обучающихся

5.3.1. Условные обозначения:

Типы контроля (ТК)*

Типы контроля		Тип оценки
Присутствие	П	наличие события
Участие (дополнительный контроль)	У	дифференцированный
Изучение электронных образовательных ресурсов (ЭОР)	И	наличие события
Выполнение (обязательный контроль)	В	дифференцированный

Виды текущего контроля успеваемости (ВТК)**

Виды текущего контроля успеваемости (ВТК)**	Сокращённое наименование		Содержание
Текущий дисциплинирующий контроль	Дисциплинирующий	Д	Контроль посещаемости занятий обучающимся
Текущий тематический контроль	Тематический	Т	Оценка усвоения обучающимся знаний, умений и опыта практической деятельности на занятиях по теме.
Текущий рубежный (модульный) контроль	Рубежный	Р	Оценка усвоения обучающимся знаний, умений и опыта практической деятельности по теме (разделу, модулю) дисциплины
Текущий итоговый контроль	Итоговый	И	Оценка усвоения обучающимся знаний, умений и опыта практической деятельности по темам (разделам, модулям) дисциплины

5.3.2. Структура текущего контроля успеваемости по дисциплине

7 семестр

Виды занятий		Формы текущего контроля успеваемости		ТК	ВК	Max	Min	Шаг
Лекционное занятие	ЛЗ	Контроль присутствия	КП	П	Д	1	0	0
Практическое занятие	ПЗ	Контроль присутствия	КП	П	Д	1	0	0
		Опрос комбинированный	ОК	В	Т	10	0	1
Лабораторно-практическое занятие	ЛПЗ	Контроль присутствия	КП	П	Д	1	0	0
		Выполнение лабораторной работы	ЛР	В	Т	10	0	1
Коллоквиум (рубежный (модульный) контроль)	К	Контроль присутствия	КП	П	Д	1	0	0
		Опрос устный	ОУ	В	Р	10	0	1
		Опрос письменный	ОП	В	Р	10	0	1
Итоговое занятие (итоговый контроль)	ИЗ	Контроль присутствия	КП	П	Д	1	0	0
		Опрос письменный	ОП	В	И	10	0	1

5.3.3. Весовые коэффициенты текущего контроля успеваемости обучающихся (по видам контроля и видам работы)

7 семестр

Вид контроля	План %	Исходно		ФТКУ / Вид работы	ТК	План %	Исходно		Коэф .
		Баллы	%				Баллы	%	
Текущий дисциплинирующий контроль	5	32	19	Контроль присутствия	П	5	32	19	0.16
Текущий тематический контроль	35	70	41	Выполнение лабораторной работы	В	20	40	24	0.5
				Опрос комбинированный	В	15	30	17	0.5
Текущий рубежный (модульный) контроль	50	60	34	Опрос устный	В	25	30	17	0.83
				Опрос письменный	В	25	30	17	0.83

Текущий итоговый контроль	10	10	6	Опрос письменный	В	10	10	6	1
Мах кол. баллов	100	172							

5.4. Методические указания по порядку проведения текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине по формам текущего контроля, предусмотренным настоящей рабочей программой дисциплины

Методические указания по порядку проведения текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине по формам текущего контроля, предусмотренным настоящей рабочей программой дисциплины (см. п. 5.3.2) подготавливаются кафедрой и объявляются преподавателем накануне проведения текущего контроля успеваемости.

6. Организация промежуточной аттестации обучающихся

7 семестр.

- 1) Форма промежуточной аттестации согласно учебному плану – экзамен.
- 2) Форма организации промежуточной аттестации: устный опрос по билету, проверка реферата.
- 3) Перечень тем, вопросов, практических заданий для подготовки к промежуточной аттестации.

Перечень тем и вопросов для подготовки к промежуточной аттестации:

1. Актиновые филаменты. Строение, принципы сборки и функционирования. Роль в жизни клетки. Механизмы регуляции актиновых филаментов актин-связывающими белками.
2. Микротрубочки. Строение, принципы сборки и функционирования. Роль в жизни клетки. Механизмы регуляции микротрубочек микротрубочко-связывающими белками.
3. Промежуточные филаменты. Строение, принципы сборки и функционирования. Шесть типов промежуточных филаментов. Роль в жизни клетки. Примеры.
4. Строение и механизм функционирования рецепторов, сопряженных с G-белками.
5. Строение и механизм функционирования рецепторов, сопряженных с ферментами (рецепторные тирозинкиназы, рецепторы, ассоциированные с тирозинкиназами, серин-треониновые рецепторы).
6. Сигнальные пути, основанные на регулируемом протеолизе латентных белков-регуляторов генов.
7. Основные компоненты экстрацеллюлярного матрикса; их структура и функции.
8. Типы адгезии. Разнообразие семейств молекул адгезии. Роль в поддержании гомеостаза тканей.
9. Апоптоз с участием рецепторов клеточной гибели. Механизм и регуляция апоптоза с участием рецепторов клеточной гибели

10. Митохондриальный путь апоптоза. Механизм и регуляция митохондриального пути апоптоза.
11. Стволовые и прогениторные клетки. Основные характеристики стволовых и прогениторных клеток. Молекулярные маркеры стволовых и прогениторных клеток. Понятие ниши.
12. Эпителиально-мезенхимальный и мезенхимально-эпителиальный переходы в онтогенезе и при патологических процессах.
13. Индуцированные плюрипотентные клетки.
14. Использование стволовых/прогениторных клеток в терапии.
15. Методы определения уровня метилирования ДНК. Методы детектирования ДНК-белковых взаимодействий.
16. Использование современной микроскопии для наблюдения за единичными молекулами транскрипционных факторов. LLSM микроскопия.
17. Основные эпигенетические механизмы: метилирование ДНК. Роль 5 метилцитозина и его окисленных форм в норме и патологии у позвоночных. CpG-островки. Умение считать *observed/expected* для CpG-островков.
18. Динамика метилирования в гаметях и при эмбриональном развитии. Тайминг X инактивации. Молекулярная биология белков семейства Поликомб.
19. РНК направленное метилирование ДНК у растений. Случай с яровизацией у растений. Роль генов *FLC*, *DRM* и *CMT*.
20. Строение хроматина. Гистоновые марки. Основные белки и белковые комплексы, принимающие участие в установлении гистоновых профилей. Бивалентные марки. Динамика гистоновых марок при эмбриональном развитии позвоночных. Молекулярная биология белков семейства Поликомб.
21. Геномный импринтинг. Факторы, влияющие на геномный импринтинг. Примеры болезней человека, при которых нарушается геномный импринтинг.
22. Инактивация X хромосомы у человека. Механизм X инактивации. Молекулярная биология белков семейства Поликомб.
23. Геномика и эпигеномика соматического репрограммирования. Факторы Яманаки.
24. Хромосомные территории. Методы для учета «дальних» взаимодействий внутри хромосомы. Роль CTCF в образовании TAD. Корреляции между границами TAD и местами переключений «конкордантное/дисконкордантное метилирование».
25. Структура генома виридов, способы репликации и вероятный сценарий возникновения в ходе эволюции.
26. Геномы архей, бактерий и эукариот: принципиальные сходства и различия.
27. Подходы к определению критериев вида у прокариот.
28. Структурные особенности генома динофлагеллят.
29. Методика проведения GWAS экспериментов. Логистическая регрессия. Поправка Бонферони.
30. Геномика рака. Мутации в генах раковых супрессорах. Примеры эпимутаций, характерных для раковых клеток.
31. Современные инструменты/базы данных для изучения соматических мутаций в раках. COSMIC, ICGC, TCGA. Пример работы консорциума по секвенированию рака почки (работа Ghislane Scelo 2014). Принципы проведения персонализированной терапии

- рака. Примеры противораковых лекарств, назначаемых по результатам генетического анализа раковых клеток.
32. Геномика и эпигеномика древней ДНК. F3 и F4 статистика. F3 outgroup статистика. АВВА/ВАВА. Вклад денисовцев и неандертальцев в современный генофонд.
 33. Популяционная генетика. Митохондриальные и Y хромосомальные гаплогруппы. РСА анализ. Admixture. F3 и F4 статистика. F3 outgroup статистика. АВВА/ВАВА.
 34. Современные генетические методы для репродуктивного здоровья. Скрининг на моногенные болезни, неинвазивная пренатальная диагностика (включая статистику Стьюдента и t критерий), предимплантационная генетическая диагностика.
 35. Геномика и эпигеномика адаптационных процессов на примере трехглазой колюшки. Понятие об эпигенетической энтропии. Примеры расчета энтропии с учетом формул для «энергии Изинга».
 36. Трансгенерационное наследование. Примеры работ по передаче ответа на ранний стресс (работа Tamara Franklin), на ацетофенон (работа Brian Dias), на «голландский голод» весны 1945 года (работа Bastiaan Heijmans).
 37. Эпигенетические изменения при репарации поврежденной ДНК. Примеры.
 38. Метод молекулярных баркодов. Жидкие биопсии в диагностике раковых заболеваний. Использование эпигенетической информации для диагностики генетических аномалий в свободноциркулирующей ДНК.
 39. Поколения методов секвенирования – принципы методов.
 40. Инструменты генетического и эпигенетического редактирования.

7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

7.1. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (по периодам освоения образовательной программы) – согласно п. 1.3. настоящей рабочей программы дисциплины.

7.2. Критерии, показатели и порядок промежуточной аттестации обучающихся с использованием балльно-рейтинговой системы. Порядок перевода рейтинговой оценки обучающегося в традиционную систему оценок.

7 семестр

Порядок промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине в форме экзамена:

Промежуточная аттестация по дисциплине в форме экзамена организуется в период экзаменационной сессии согласно расписанию экзаменов, на основании результатов текущего контроля успеваемости обучающегося в семестрах, в которых преподавалась дисциплина и результатов экзаменационного испытания.

Порядок допуска обучающихся к промежуточной аттестации в форме экзамена, критерии, показатели и порядок балльно-рейтинговой системы промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине в форме экзамена, а также порядок перевода рейтинговой оценки обучающегося в традиционную систему оценок устанавливается Положением о балльно-рейтинговой системе текущего контроля успеваемости и промежуточной

аттестации обучающихся по программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации с изменениями и дополнениями (при наличии).

Условные обозначения:

Типы контроля (ТК)**

Типы контроля		Тип оценки
Присутствие	П	наличие события
Выполнение (обязательный контроль)	В	дифференцированный

Структура итогового рейтинга по дисциплине

Дисциплина	Функционирование геномов и генов	
Специальность	06.03.01. Биология Направленность (профиль): Биомедицина	
Семестры	6	
Трудоемкость семестров в часах (Тдс)	180	
Трудоемкость дисциплины в часах за весь период ее изучения (Тд)	180	
Весовые коэффициенты семестровой рейтинговой оценки с учетом трудоемкости (Крс)	1	
Коэффициент экзаменационного семестрового рейтинга за все семестры изучения дисциплины		0.7
Экзаменационный коэффициент (Кэ)		0.3

Структура промежуточной аттестации в форме экзамена

Форма промежуточной аттестации	Формы текущего контроля успеваемости/виды работы *		ТК**	Мах.	Весовой коэффициент, %	Коэффициент одного балла в структуре экзаменационной рейтинговой оценки	Коэффициент одного балла в структуре итогового рейтинга по дисциплине
Экзамен (Э)	Контроль присутствия	КП	КП	0	0		
	Опрос устный	ОУ	В	10	80	8	2.4
	Проверки реферата	ПР	В	10	20	2	0.6

7.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для проведения промежуточной аттестации

Типовой экзаменационный билет для проведения экзамена по дисциплине
«Функционирование геномов и генов»
по специальности 06.03.01. Биология
Направленность (профиль): Биомедицина

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)
Кафедра молекулярной биологии и медицинской биотехнологии МБФ
Экзаменационный билет № 1

*для проведения экзамена по дисциплине
«Функционирование геномов и генов»
по специальности 06.03.01. Биология
Направленность (профиль): Биомедицина*

41. Строение и механизм функционирования рецепторов, сопряженных с G-белками.
42. Поколения методов секвенирования – принципы методов.
43. Проверка реферата.

И.о. заведующего кафедрой _____ Прохорчук Е.Б.

8. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины

Освоение обучающимися учебной дисциплины «Функционирование геномов и генов» складывается из контактной работы, включающей занятия лекционного типа (лекции), занятия семинарского типа (практические занятия, коллоквиумы) и лабораторно-практические занятия, а также самостоятельной работы. Контактная работа с обучающимися предполагает проведение текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Для подготовки к занятиям лекционного типа (лекциям) обучающийся должен:

- внимательно прочитать материал предыдущей лекции;
- ознакомиться с учебным материалом по учебнику, учебным пособиям, а также электронным образовательным ресурсам с темой прочитанной лекции;
- внести дополнения к полученным ранее знаниям по теме лекции на полях лекционной тетради;
- записать возможные вопросы, которые следует задать преподавателю по материалу изученной лекции.

Для подготовки к лабораторно-практическим занятиям обучающийся должен:

- внимательно изучить теоретический материал по конспекту лекции, учебникам, учебным пособиям, а также электронным образовательным ресурсам;
- тщательно изучить и законспектировать методики проведения экспериментов;
- проработать тестовые задания и ситуационные задачи, которые были рекомендованы для самостоятельного решения.

Для подготовки к занятиям семинарского типа обучающийся должен:

- внимательно изучить теоретический материал по конспекту лекции, учебникам, учебным пособиям, а также электронным образовательным ресурсам;
- подготовиться к выступлению на заданную тему, если данное задание предусмотрено по дисциплине;
- выполнить письменную работу, если данное задание предусмотрено по дисциплине;
- подготовить доклад, презентацию или реферат, если данное задание предусмотрено по дисциплине.

Самостоятельная работа обучающихся является составной частью обучения и имеет целью закрепление и углубление полученных знаний, умений и навыков, поиск и приобретение новых знаний, выполнение учебных заданий, подготовку к предстоящим занятиям, текущему контролю успеваемости и промежуточной аттестации.

Выполнение домашних заданий осуществляется в форме:

- работы с учебной, учебно-методической литературой по теме (рекомендованные учебники, методические пособия, ознакомление с материалами, опубликованными на рекомендованных медицинских сайтах), электронными образовательными ресурсами (дополнительные иллюстративно-информационные материалы, представленные на сайте кафедры), с конспектами обучающегося: чтение, изучение, анализ, сбор и обобщение информации, её конспектирование;
- решения ситуационных задач;
- решения тестовых заданий;
- подготовки реферата.

Текущий контроль включает в себя текущий тематический контроль, текущий рубежный (модульный) контроль.

Текущий рубежный (модульный) контроль успеваемости обучающихся по дисциплине «*Функционирование геномов и генов*» осуществляется в ходе проведения отдельного вида занятия – коллоквиума.

Для подготовки к текущему тематическому контролю, обучающемуся следует изучить учебный материал по теме занятия или отдельным значимым учебным вопросам, по которым будет осуществляться опрос.

Для подготовки к текущему рубежному (модульному) контролю, обучающемуся следует изучить учебный материал по наиболее значимым темам и (или) разделам дисциплины в семестре.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена по дисциплине «*Функционирование геномов и генов*» организуется в период экзаменационной сессии согласно расписанию экзаменов.

Экзамен организуется в один этап – в форме собеседования по билету. Билет включает в себя два теоретических вопроса.

При подготовке к собеседованию по билетам следует:

- ознакомиться со списком вопросов и практических заданий, выносимых на промежуточную аттестацию в форме экзамена;
- проанализировать материал и наметить последовательность его повторения;
- определить наиболее простые и сложные темы и (или) разделы дисциплины;
- повторить материал по наиболее значимым/сложным темам и (или) разделам дисциплины по конспектам лекций и учебной литературе, а также электронным образовательным ресурсам;
- повторить схемы, таблицы, изученные в процессе освоения дисциплины.

9. Учебно-методическое, информационное и материально-техническое обеспечение дисциплины

9.1. Литература по дисциплине:

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания	Наличие литературы в библиотеке	
		Кол. экз.	Электр. адрес ресурса
1	2	3	4
1.	Молекулярная биология /Коницев А. С. [Текст] : учеб. для высш. проф. образования. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Академия, 2012. - 400 с.	33	-
2.	Молекулярная биология : рибосомы и биосинтез белка /Спирин А. С. [Текст] : учеб. для вузов. - М. : Академия, 2011. - 496 с.	50	-
3.	Гены/ Льюин Б. [Текст]. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 896 с. - Пер. изд.: Genes IX / В. Lewin. Boston etc. : Jones and Bartlett publ.	70	-
4.	Основы молекулярной биологии клетки [Текст] / Б. Альбертс, Д. Брей, К. Хопкин и др. ; пер. с англ. под ред. С. М. Глаголева, Д. В. Ребрикова. - Москва : БИНОМ. Лаб. знаний, 2015. - 768 с. : ил. + DVD. - (Лучший зарубежный учебник). - Указ. терм.: с. 751-756. - Пер. изд.: Essential cell biology / В. Alberts et al. 3rd ed. New York, London : Garland Science. - Содерж. DVD : Ориг. изд. на англ. яз	22	-
5.	Молекулярная биология клетки [Текст] : рук. для врачей : пер с англ. / Д. М. Фаллер, Д. Шилдс ; [пер. с англ. А. Анваера и др.] ; под ред. И. Б. Збарского. - Москва : Бином-Пресс, 2014. - 256 с. : ил.	20	-
6.	Молекулярная биология клетки [Текст] : с задачами Д. Уилсона и Т. Ханта : [в 3 т.] : пер с англ. - Москва ; Ижевск : Ин-т компьютер. исслед. : Регуляр. и хаот. динамика, 2013. - Пер. изд.: Molecular biology of the cell : ref. ed. / В. Alberts et al. - 5th ed. - (Garland Science : Taylor & Francis Group). - Сплош. паг. - Т. 1 / под ред. А. А. Миронова, Л. В. Мочаловой / пер. с англ. А. А. Светлова, О. В. Карловой. - 2013.	4	-
7.	Молекулярная биология клетки [Текст] : с задачами Д. Уилсона и Т. Ханта : [в 3 т.] : пер с англ. - Москва ; Ижевск : Ин-т компьютер. исслед. : Регуляр. и хаот. динамика, 2013. - Пер. изд.: Molecular biology of the cell : ref. ed. / В. Alberts et al. - 5th ed. - (Garland Science : Taylor & Francis Group). - Сплош. паг. - Т. 2 / под ред. Е. Н. Богачевой, И. Н. Шатского / пер. с англ. А. А. Дьяконовой, А. В. Дюбы. - 2013.	4	-

8.	Молекулярная биология клетки [Текст] : с задачами Д. Уилсона и Т. Ханта : [в 3 т.] : пер с англ. - Москва ; Ижевск : Ин-т компьютер. исслед. : Регуляр. и хаот. динамика, 2013. - Пер. изд.: Molecular biology of the cell : ref. ed. / В. Alberts et al. - 5th ed. - (Garland Science : Taylor & Francis Group). - Сплош. паг. - Т. 3 / под ред. Е. С. Шилова и др. / пер. с англ. А. Н. Дьяконова и др. - 2013.	Удаленный доступ	http://marc.rsmu.ru:8020/marcweb2/Default.asp .
9.	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).	Удаленный доступ	http://marc.rsmu.ru:8020/marcweb2/Default.asp .
10.	ПЦР в реальном времени [Текст] / [Д. В. Ребриков, Г. А. Саматов, Д. Ю. Трофимов и др.] ; под ред. Д. В. Ребрикова. - 5-е изд. - Москва : БИНОМ. Лаб. знаний, 2014. - 223 с. : ил. - Библиогр. в конце гл. - Предм. указ. : С. 216-217. - Авт. указ. на обороте тит. л. 1	1	-
11.	ПЦР в реальном времени [Электронный ресурс] / [Д. В. Ребриков и др.] ; под ред. Д. В. Ребрикова. - 4-е изд. (эл.). - Москва : БИНОМ. Лаб. знаний, 2020. - 223 с.	Удаленный доступ	http://marc.rsmu.ru:8020/marcweb2/Default.asp .

Книгообеспеченность образовательной программы представлена по ссылке <https://rsmu.ru/library/resources/knigoobespechennost/>

9.2. Перечень ресурсов информационно - телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины, профессиональные базы данных:

1. Электронная библиотечная система ФГАОУ ВО РНИМУ имени Н.И. Пирогова - <https://library.rsmu.ru/>;
2. ЭБС «Консультант студента» www.studmedlib.ru;
3. The National Center for Biotechnology Information (Национальный центр биотехнологической информации) PubMed - <http://www.nlm.nih.gov/>;
4. Сайт вопросов и ответов по молекулярной биологии - <http://molbiol.ru/>;
5. Биомолекула – научно-популярное интернет-издание - <https://biomolecula.ru/>
6. EMBL (European Molecular Biology Laboratory) - Европейская молекулярно-биологическая лаборатория - <http://www.embl.org/>;
7. PDB (Protein Data Bank) банк данных трёхмерных структур белков и нуклеиновых кислот - <http://www.rcsb.org>;
8. CATH (Class, Architecture, Topology, Homology) - иерархическая классификация структур белковых доменов - <https://www.cathdb.info/>;
9. SCOP (Structural Classification of Proteins) - структурная классификация белков - <http://scop.mrc-lmb.cam.ac.uk/scop>;
10. Реферативная база Wiley Online Library - <https://onlinelibrary.wiley.com/>
11. Полнотекстовая база и обучающие материалы журнала - <https://www.nejm.org/>
12. Платформа Nature - <https://www.nature.com/siteindex>
13. Архив научных журналов издательства Annual Reviews - <https://www.annualreviews.org/>
14. Архив журналов издательства Кембриджского университета Cambridge University Press - <https://www.cambridge.org/core/what-we-publish/journals>
15. Архив научных журналов издательства Oxford University Press Oxford Academic - <https://academic.oup.com/journals/?login=true>

16. Платформа Springer Link - <https://link.springer.com/>
17. Электронный архив открытого доступа группы журналов BMC Biomedcentral - <https://www.biomedcentral.com/>
18. База рефератов и полных текстов научных статей PNAS Online - <https://www.pnas.org/>
19. Российская государственная библиотека - <https://www.rsl.ru/>
20. Российская национальная библиотека - <https://nlr.ru/>
21. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - <https://elibrary.ru/>

9.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при наличии);

1. Автоматизированная образовательная среда Университета.
2. Балльно-рейтинговая система контроля качества освоения образовательной программы в автоматизированной образовательной системе Университета.
3. Перечень программного обеспечения: Microsoft Office Word, Microsoft Office Excel, Microsoft Office Power Point, Adobe Reader.

9.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде университета из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), как на территории Университета, так и вне ее.

Электронная информационно-образовательная среда университета обеспечивает:

- доступ к учебному плану, рабочей программе дисциплины, электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочей программе дисциплины;
- формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранение его работ и оценок за эти работы.

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренные программой бакалавриата и специалитета, оснащенные техническими средствами обучения (ноутбук, мультимедийный проектор, проекционный экран или интерактивная доска, конференц-микрофон, блок управления оборудованием). Средства обеспечения освоения дисциплины включают лабораторные комнаты для проведения лабораторно-практических занятий со всем необходимым лабораторным оборудованием (микроцентрифуги, камеры для проведения электрофореза, дозаторы различного объема, амплификаторы ДНК, термостаты твердотельные, весы аналитические, трансиллюминаторы, спектрофотометры, термошейкеры, холодильники и т.д.), биохимические реактивы, необходимые расходные материалы, а также мультимедийные наглядные материалы (включая презентации лекционного материала, видеофильмы).

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения (состав определяется в рабочей программе дисциплины и подлежит обновлению при необходимости).

Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных в рабочей программе дисциплины, на одного обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину.

Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ), в том числе в случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам, состав которых определяется в рабочей программе дисциплины и подлежит обновлению (при необходимости).

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечены печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

Приложения:

1. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине.

2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

И. о. заведующего кафедрой

_____ /Прохорчук Е.Б./

	Содержание	
1.	Общие положения	4
2.	Формы работы обучающихся, виды учебных занятий и их трудоёмкость	5
3.	Содержание дисциплины (модуля)	6
4.	Тематический план дисциплины (модуля)	9
5.	Организация текущего контроля успеваемости обучающихся	13
6.	Организация промежуточной аттестации обучающихся	15
7.	Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)	17
8.	Методические указания обучающимся по освоению дисциплины (модуля)	19
9.	Учебно-методическое, информационное и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)	21
	Приложения:	24
1)	Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине (модулю).	24
2)	Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).	24