

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

«23» июня 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
«ГЕНОМЫ, СТРУКТУРА И ФУНКЦИЯ»**

Научная специальность
1.5.3 Молекулярная биология

Москва, 2022 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Геномы, структура и функция» разработана в соответствии с Федеральными государственными требованиями, утверждёнными приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20.10.2021 № 951, педагогическими работниками кафедры молекулярной биологии и медицинской биотехнологии

№	Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, звание	Занимаемая должность в Университете, кафедра
1	Прохорчук Егор Борисович	д.б.н., профессор, чл.-корр. РАН	И.о. заведующего кафедрой молекулярной биологии и медицинской биотехнологии МБФ
2	Фаворова Ольга Олеговна	д.б.н., профессор	Профессор кафедры молекулярной биологии и медицинской биотехнологии МБФ
3	Кулакова Ольга Георгиевна	к.б.н., доцент	Доцент кафедры молекулярной биологии и медицинской биотехнологии МБФ
4	Скамров Андрей Викторович	к.б.н.	Доцент кафедры молекулярной биологии и медицинской биотехнологии МБФ
5	Лагунин Алексей Александрович	д.б.н., профессор РАН	Главный научный сотрудник Центра геномных технологий НИИ Трансляционной медицины, заведующий кафедрой биоинформатики МБФ

Образовательная программа создана при поддержке гранта № 075-15-2019-1789 Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, выданного Центру высокоточного редактирования и генетических технологий для биомедицины.

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Геномы, структура и функция» рассмотрена и одобрена на заседании кафедры молекулярной биологии и медицинской биотехнологии МБФ

протокол № 9 от «13» мая 2022 г.

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

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)	6
5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся	6
6. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся	7
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)	10
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)	12
9. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины (модуля)	12
10. Методические рекомендации преподавателю по организации учебного процесса по дисциплине (модулю).....	13

1. Цель и задачи изучения дисциплины (модуля)

Цель изучения дисциплины (модуля)

Целями изучения дисциплины (модуля) «Геномы, структура и функция» являются: ознакомить аспирантов с современными знаниями о структуре и функциях геномов, дать им знания об их значении для медицины, воспитать у них способность использовать на практике методы молекулярно-биологических исследований генов и геномов, сформировать у аспирантов современное естественно-научное мировоззрение.

Задачи дисциплины (модуля)

1. Изучение структуры и функций генов и геномов, и молекулярных механизмов основных биологических процессов, лежащих в основе жизнедеятельности, развития и размножения живых организмов.
2. Формирование представлений о молекулярных механизмах патогенеза различных заболеваний человека; о выполнении теоретических и экспериментальных научных исследований по медико-биологическим и клиническим проблемам с использованием современных молекулярно-биологических методов и подходов.

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
Контактная работа обучающегося с преподавателем по видам учебных занятий (Контакт. раб.):	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	-	-	-	-
Вид промежуточной аттестации: Зачет (З), Зачет с оценкой (ЗО), Экзамен (Э), Кандидатский экзамен (КЭ)	<i>Зачет</i>	-	-	-	3	-	-	-	-
Общий объем	в часах	72	-	-	72	-	-	-	-
	в зачетных единицах	2	-	-	2	-	-	-	-

3. Содержание дисциплины (модуля)

Раздел 1. Гены и геномы

Тема 1.1. Геномика как комплексная наука, изучающая геномы всех организмов.

Геном как информационная система и как совокупность всех генов и межгенных участков ДНК. Эволюция геномов. Горизонтальный перенос генов. Молекулярные часы. Уникальные и повторяющиеся последовательности ДНК. Сателлитная ДНК и ее функции. Мобильные генетические элементы. Кинетическая сложность геномной ДНК.

Тема 1.2. Строение геномов. Гены.

Организация генома вирусов и фагов. Организация генома бактерий. Синтения. Клетка с «минимальным» геномом. Микробиом. Геномы эукариот. Доля структурных генов и число генов в различных геномах. Локализация генов в хромосомах. Особенности

организации генома архей. Общие принципы регуляции транскрипции у бактерий, архей, эукариот. Методы изучения экспрессии генов на уровне РНК (Нозерн-гибридизация. Создание и анализ клонотек кДНК. In vitro методы с использованием обратной транскрипции и ПЦР. Транскрипционные матрицы. RNA-seq эксперименты.). Транскриптом. Анализ RNA-seq данных с использованием R/BioConductor

Раздел 2. Генная инженерия

Тема 2.1. Основные принципы генной инженерии.

Основные понятия генной инженерии: клонирование, трансформация, вектор. Основные свойства векторов, используемых в генной инженерии. Векторы замещения. Инсерционные векторы. Векторы на основе плазмид. Участок *ori*, селективные маркеры, полилинкер. Системы селекции. Компетентные клетки. Сравнительная характеристика различных штаммов. Области применения рассматриваемых векторов. Система модификации-рестрикции бактерий. Рестриктазы. Ферменты, используемые как инструменты в генной инженерии: ДНК-лигазы, ДНК-полимеразы, полинуклеотидкиназа фага Т4, фосфатазы, рекомбиназы. Способы встраивания чужеродной ДНК в вектор. Анализ результатов клонирования. Геномные клонотеки. Генная инженерия высших эукариот. Модельные организмы.

Тема 2.2. Стратегии секвенирования геномов.

Определение последовательности нуклеотидов. Метод Максама-Гилберта. Метод Сэнгера. Стратегии секвенирования геномов. Поколения методов автоматического секвенирования. Секвенирование «нового поколения» (Next-generation sequencing, NGS). Метод пиросеквенирования. Секвенирование путем лигирования (SOLiD). NGS на платформах Illumina. Ионное полупроводниковое секвенирование (технология IonTorrent). Секвенирование единичных молекул ДНК в реальном времени: технология SMRT. Секвенирование с помощью нанопор. Секвенирование ДНК и РНК одиночных клеток (Single-cell sequencing). Методы внесения мутаций в ДНК in vitro.

Раздел 3. Анализ генома человека

Тема 3.1. Подходы к картированию геномов высших эукариот.

Уровни анализа генома человека. Операционные уровни в молекулярной биологии. Подходы к картированию геномов высших эукариот. Карты генома – физические и генетические. Стратегии картирования генома. Генетическое и физическое картирование. Низко- и высокоразрешающее картирование. Рестрикционное картирование. Создание геномной библиотеки. Методы рестрикционного картирования и создание хромосом-специфичных библиотек. Клонотеки, представляющие отдельные хромосомы. Энциклопедии генов. Взаимосвязь генов в клетке. Подходы к картированию геномов высших эукариот. Полиморфизм длины рестрикционных фрагментов (RFLP), ДНК-маркирующие сайты (STS). Различные повторы нуклеотидов и их использование для картирования. Микросателлитные маркеры. Геномная дактилоскопия. Картирование точки начала синтеза РНК с использованием метода удлинение праймера (primer extension). Технология RACE. Моно-, олиго- и полигенные заболевания. Генетическая предрасположенность к комплексным заболеваниям.

Тема 3.2. Биоинформатика: сравнение последовательностей нуклеотидов и аминокислотных остатков. Анализ NGS данных.

Генные сети. Методы изучения экспрессии генов. Основы биоинформатики: сравнение последовательностей нуклеотидов, сравнение последовательностей аминокислотных остатков. Гомология. Идентификация функциональных областей генома на основе нуклеотидного состава. Базы данных. Анализ NGS данных. Входной контроль качества: оценка качества удаление служебных последовательностей и прочтений низкого качества; проверка контаминации (FastQC, Trimmomatic). Выравнивание прочтений и поиск вариантов. Выравнивание и визуализация. Поиск вариантов и визуализация. Аннотация вариантов. Сборка геномов: от ридов к контигам; от контигов к консенсусу.

Раздел 4. Геномные технологии

Тема 4.1. Трансгенные организмы и основные способы их создания.

Трансгенные организмы и основные способы их создания. Использование ретровирусных векторов. Метод микроинъекций ДНК. Использование модифицированных эмбриональных стволовых клеток. Клонирование с помощью переноса ядра. Направленное выключение экспрессии гена (нокаут) на модели мышей.

Тема 4.2. Редактирование генома. Инструменты геномного редактирования.

Пути и системы репарации двухцепочечных разрывов ДНК в клетке. Понятие редактирования генома. CRISPR/Cas система. Нуклеазы TALEN, ZFN, CRISPR/Cas. Доставка нуклеаз в клетку. Подтверждение и анализ результатов редактирования.

4. Учебно-тематический план дисциплины (модуля)

Таблица 2

Номер раздела, темы	Наименование разделов, тем	Количество часов					Форма контроля
		Всего	Контакт т.раб.	Л	СПЗ	СР	
	Полугодие 4	72	36	18	18	36	Зачет
Раздел 1	Гены и геномы	16	8	4	4	8	Устный опрос
Тема 1.1	Геномика как комплексная наука, изучающая геномы всех организмов.	8	4	2	2	4	
Тема 1.2	Строение геномов. Гены	8	4	2	2	4	
Раздел 2	Генная инженерия	18	8	4	4	10	Устный опрос
Тема 2.1	Основные принципы генной инженерии.	9	4	2	2	5	
Тема 2.2	Стратегии секвенирования геномов.	9	4	2	2	5	
Раздел 3	Анализ генома человека	22	12	6	6	10	Устный опрос
Тема 3.1	Подходы к картированию геномов высших эукариот	8	4	2	2	4	
Тема 3.2	Биоинформатика: сравнение последовательностей нуклеотидов и аминокислотных остатков. Анализ NGS данных.	14	8	4	4	6	
Раздел 4	Геномные технологии	16	8	4	4	8	Презентации
Тема 4.1	Трансгенные организмы и основные способы их создания.	8	4	2	2	4	
Тема 4.2	Редактирование генома. Инструменты геномного редактирования.	8	4	2	2	4	
	Общий объем	72	36	18	18	36	

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

Номер раздела	Наименование раздела	Вопросы для самостоятельной работы
Раздел 1	Гены и геномы	1. Горизонтальный перенос генов. 2. Молекулярные часы.
Раздел 2	Генная инженерия	1. Секвенирование единичных молекул ДНК в реальном времени: технология SMRT. 2. Секвенирование с помощью нанопор.
Раздел 3	Анализ генома человека	1. Генетическая предрасположенность к комплексным заболеваниям. 2. Базы данных.
Раздел 4	Геномные технологии	1. Пути и системы репарации двухцепочечных разрывов ДНК в клетке. 2. Использование ретровирусных векторов для получения трансгенных клеток.

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
	Полугодие 4		
Раздел 1	Гены и геномы	Устный опрос	Вопросы к опросу: 1. Геномы про- и эукариот. 2. Гены про- и эукариот. Перекрывающиеся гены. 3. Кодировущая и некодирующая часть генома. 4. Сателлитная ДНК и ее функции. 5. Организация генома вирусов и фагов. 6. Организация генома бактерий. 7. Особенности организации генома архей. 8. Геном митохондрий и хлоропластов. 9. Микробиом. 10. Организация генома эукариот.
Тема 1.1	Геномика как комплексная наука, изучающая геномы всех организмов.		
Тема 1.2	Строение геномов. Гены		
Раздел 2	Генная инженерия	Устный опрос	Вопросы к опросу: 1. Принципы конструирования векторов на примере плазмидного вектора серии PUC.
Тема 2.1	Основные принципы генной инженерии.		

Тема 2.2	Стратегии секвенирования геномов.		2. Свойства рестриктаз, используемых в генной инженерии. 3. Встраивание фрагмента в плазмидный вектор и селекция клонов. 4. Схема создания клонотеки кДНК. 5. Секвенирование по Сэнгеру. 6. Метод пиросеквенирования. 7. Секвенирование путем лигирования (SOLiD). 8. NGS на платформах Illumina. 9. Ионное полупроводниковое секвенирование 10. Секвенирование с помощью нанопор.
Раздел 3	Анализ генома человека	Устный опрос	Вопросы к опросу: 1. Генетическое и физическое картирование. 2. Низко- и высокоразрешающее картирование. 3. Методы рестрикционного картирования. 4. Создание геномной библиотеки. 5. Генные сети. 6. Методы изучения экспрессии генов. 7. Входной контроль качества при анализе данных NGS. 8. Выравнивание прочтений при анализе данных NGS. 9. Сборка геномов: от ридов к контигам. 10. Сборка геномов: от контигов к консенсусу.
Тема 3.1	Подходы к картированию геномов высших эукариот		
Тема 3.2	Биоинформатика: сравнение последовательностей нуклеотидов и аминокислотных остатков. Анализ NGS данных.		
Раздел 4	Геномные технологии	Презентация	Темы: 1. Принципы получения трансгенных клеток. 2. Принципы редактирования генома эукариот. 3. Использование нуклеаз TALEN для редактирования генома. 4. Использование нуклеаз ZFN для редактирования генома. 5. Использование РНК-направляемых нуклеаз CRISPR/Cas для редактирования генома.
Тема 4.1	Трансгенные организмы и основные способы их создания.		
Тема 4.2	Редактирование генома. Инструменты геномного редактирования.		

Вопросы для подготовки к промежуточной аттестации зачету

1. Понятие геном. Геномы прокариот и эукариот
2. Ген как фрагмент генома. Гены прокариот и эукариот. Перекрывающиеся гены.
3. Кодированная и некодирующая часть генома. Избыточность ДНК эукариот и ее значение.
4. Геном митохондрий и хлоропластов.
5. Геном бактерий и архей
6. Сателлитная ДНК и ее функции.
7. Мобильные генетические элементы, структура, классификация и эволюционное назначение.
8. Принципы конструирования векторов на примере плазмидного вектора серии PUC.
9. Введение плазмидной ДНК в клетки прокариот (трансформация клеток *E.coli*).
10. Встраивание фрагмента в плазмидный вектор (рестриктазы, ДНК-лигаза) и селекция клонов.
11. Генетическое и физическое картирование. Низко- и высоко-разрешающее картирование.

12. Основы геномного полиморфизма. Роль повторов в функционировании, картировании и эволюции геномов.
13. Методы рестрикционного картирования и создание хромосом-специфичных библиотек.
14. Моно-, олиго- и полигенные заболевания. Генетическая предрасположенность к комплексным заболеваниям.
15. Секвенирование ДНК по Сэнгеру.
16. Метод пиросеквенирования.
17. NGS на платформах Illumina.
18. Ионное полупроводниковое секвенирование – технология IonTorrent.
19. Секвенирование единичных молекул ДНК в реальном времени: технология SMRT.
20. Секвенирование с помощью нанопор.
21. Анализ данных NGS: выравнивание прочтений и поиск вариантов.
22. Анализ данных NGS: сборка геномов.
23. Схема создания клонотеки кДНК.
24. Картирование точки начала синтеза РНК с использованием метода удлинение праймера (primer extension). Технология RACE.
25. Общие принципы редактирования генома эукариот.
26. Использование нуклеаз TALEN для редактирования генома.
27. Использование нуклеаз ZFN для редактирования генома.
28. Использование РНК-направляемых нуклеаз CRISPR/Cas для редактирования генома.
29. Трансгенные клетки и принцип их получения.
30. Основные способы создания трансгенных организмов.

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 четырёхбалльной 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 четырёхбалльную 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	Молекулярная биология клетки [Текст] [в 3 т.] Б. Альбертс и др. пер с англ. Москва; Ижевск: ИКИ, 2013.	5
2	Гены [Текст] / Льюин Б. ; пер. И. А. Кофиади и др. ; под ред. Д. В. Ребрикова. - Москва : БИНОМ. Лаб. знаний, 2012.	5
3	Основы молекулярной биологии клетки [Текст] / Б. Альбертс, Д. Брей, К. Хопкин и др. пер. с англ. - Москва: БИНОМ. Лаб. знаний, 2015.	5

4	Клиническая генетика [Электронный ресурс] : геномика и протеомика наследств. патологии : учеб. пособие / Г. Р. Мutowин. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2010. Режим доступа: http://marc.rsmu.ru:8020/marcweb2/Default.asp .	Удаленный доступ
5	Геномные и хромосомные болезни центральной нервной системы: молекулярные и цитогенетические аспекты [Текст] / И. Ю. Юров, С. Г. Ворсанова, Ю. Б. Юров. - Москва : МЕДПРАКТИКА-М, 2014..	1
6	Основы персонализированной медицины: медицина XXI века: омикс-технологии, новые знания, компетенции и инновации / К. К. Джайн, К. О. Шарипов. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2020.- Режим доступа: http://marc.rsmu.ru:8020/marcweb2/Default.asp .	Удаленный доступ

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Официальный сайт РНИМУ: адрес ресурса – <https://rsmu.ru.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;
8. <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp> - научная электронная библиотека.

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;
1. <http://molbiol.ru/> – сайт вопросов и ответов по молекулярной биологии;
2. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/> – The National Center for Biotechnology Information (Национальный центр биотехнологической информации);
3. <http://www.embl.org/> – EMBL (European Molecular Biology Laboratory) - Европейская молекулярно-биологическая лаборатория;
4. <https://www.uniprot.org> — UniProt, открытая база данных последовательностей белков;
5. <http://www.rcsb.org> — PDB (Protein Data Bank) – банк данных трёхмерных структур белков и нуклеиновых кислот;
6. <https://www.cathdb.info/> — CATH (Class, Architecture, Topology, Homology) - иерархическая классификация структур белковых доменов;
7. <http://scop.mrc-lmb.cam.ac.uk/scop> — SCOP (Structural Classification of Proteins) - структурная классификация белков.

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	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет", учебные парты, стулья, мел, мультимедийный экран, интерактивные доски, видеопроекторы, микрофон, кафедра (для преподавателя), оргтехника.
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;
- 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.

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. Гены и геномы.

Раздел 2. Генная инженерия.

Раздел 3. Анализ генома человека.

Раздел 4. Геномные технологии.

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, ее 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.