

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)
(Пироговский Университет)**

Институт Нейронаук и Нейротехнологий

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор института нейронаук и
нейротехнологий

Доктор биологических наук,
профессор

_____ В.В. Белоусов
« 15 » января 2026 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б.1.В.О.03 Основы молекулярной биологии

для образовательной программы высшего образования -
программы магистратуры
по направлению подготовки

12.04.04 Биотехнические системы и технологии

направленность (профиль) образовательной программы
Инженерные нейротехнологии

Настоящая рабочая программа дисциплины Б.1.В.О.03 “Основы молекулярной биологии” (далее – рабочая программа дисциплины) является частью программы магистратуры по направлению подготовки 12.04.04 Биотехнические системы и технологии

Направленность (профиль) образовательной программы Инженерные нейротехнологии.

Форма обучения: очная

Рабочая программа дисциплины подготовлена на кафедре медицинских нейротехнологий (далее – кафедра) Института нейронаук и нейротехнологий ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России авторским коллективом под руководством Синкина Михаила Владимировича, доктора медицинских наук

Составители:

№ п/п	Фамилия, Имя, Отчество	Ученая степень, ученое звание	Занимаемая должность	Основное место работы	Подпись
1	Серебряная Дарья Владимировна	Кандидат биологических наук	доцент кафедры медицинских нейротехнологий и Института нейронаук и нейротехнологий	доцент кафедры биохимии Биологического факультета МГУ имени М.В.Ломоносова	
2	Носов Георгий Андреевич	Кандидат биологических наук	доцент кафедры медицинских нейротехнологий и Института нейронаук и нейротехнологий	научный сотрудник ФГБУ ФЦМН ФМБА России	

Рабочая программа дисциплины (модуля) рассмотрена и одобрена на заседании кафедры (протокол № 1 от «1» декабря 2025 гг).

Рабочая программа дисциплины (модуля) рекомендована к утверждению рецензентами:

№ п/п	Фамилия, Имя, Отчество	Ученая степень, ученое звание	Занимаемая должность	Основное место работы	Подпись
1	Костюк Александр Игоревич	Кандидат биологических наук	м.н.с. НИЛ синтетических нейротехнологий	РНИМУ имени Н.И.Пирогова	
2	Вьюшков Владимир Сергеевич		м.н.с. кафедры молекулярной биологии биологического факультета МГУ имени М.В.Ломоносова	МГУ имени М.В.Ломоносова	

Рабочая программа дисциплины (модуля) рассмотрена и одобрена советом Института нейронаук и нейротехнологий (протокол № 1 от «15» января 2026 гг).

Нормативно-правовые основы разработки и реализации рабочей программы дисциплины (модуля):

1) Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - магистратура по направлению подготовки 12.04.04 Биотехнические системы и технологии, утвержденный Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 19.09.2017 № 936 (Далее – ФГОС ВО (3++)).

2) Примерная основная образовательная программа по направлению подготовки 12.04.04 Биотехнические системы и технологии, направленность (профиль) образовательной программы – Инженерные нейротехнологии.

3) Общая характеристика образовательной программы.

4) Учебный план образовательной программы.

5) Устав и локальные нормативные акты Университета.

© Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации.

1. Общие положения

1.1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

- 1.1.1. Целью освоения дисциплины является формирование целостных теоретических знаний основ молекулярной биологии с возможностью их использования в научной и клинической практике, а также ознакомление студентов с практическими достижениями современной молекулярной биологии и генетической инженерии
- 1.1.2. Задачи, решаемые в ходе освоения программы дисциплины.

- формирование системных теоретических, научных и прикладных знаний в области современной молекулярной биологии

- ознакомление студентов с молекулярными и клеточными механизмами патофизиологических состояний;

- формирование навыков поиска, изучения и анализа научной информации в области молекулярной биологии с использованием современных баз данных (pubmed, uniprot, ncbi, pdb, ensembl, gwips и др.) и алгоритмов анализа последовательностей белков и нуклеиновых кислот;

- обучение студентов прикладным методам современной молекулярной биологии и генной инженерии, используемым как в научной деятельности, так и в молекулярной диагностике;

1.2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина изучается в 1 семестре и относится к обязательной части части, Блока Б1 Дисциплины. Является обязательной дисциплиной.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е.

Для успешного освоения настоящей дисциплины (модуля) обучающиеся должны освоить следующие дисциплины: химия, биология, иностранный язык

Знания, умения и опыт практической деятельности, приобретенные при освоении настоящей дисциплины, необходимы для успешного освоения дисциплин Молекулярная биология, Клеточные и регенеративные нейротехнологии.

1.3. Планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)

1 семестр

Код и наименование компетенции		
Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины (модуля) (уровень сформированности индикатора (компетенции))	
<i><Код и наименование компетенции></i>		
УК-1. ИД1 - Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними	Знать:	- Методологию системного подхода, критического анализа проблемных ситуаций; - Основные принципы критического анализа.
	Уметь:	- Получать новые знания на основе анализа, синтеза и др.; - Собирать данные по сложным научным проблемам, относящимся к профессиональной области; - Осуществлять поиск информации и решений на основе действий, эксперимента и опыта; - Анализировать проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними; - Грамотно, логично, аргументированно формировать собственные суждения и оценки.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	- Исследования проблемы профессиональной деятельности с применением анализа, синтеза и других методов интеллектуальной деятельности; - выявления научных проблем и использованием адекватных методов для их решения; - демонстрация оценочных суждений в решении проблемных профессиональных ситуаций.
УК-1. ИД2 – Определяет пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, и проектирует процессы по их устранению	Знать:	- Методы анализа проблемной ситуации.
	Уметь:	- Определять пробелы в информации и находить пути восполнения этих пробелов; - Устанавливать причины возникновения проблемной ситуации; - определять степень полноты и достоверности информации о проблемной ситуации; - Осуществлять поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	- Решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации; - Определять в рамках выбранного алгоритма вопросы (задачи), подлежащие дальнейшей разработке, способов их решения.
ОПК-1.ИД2 - Использует современные методы для решения профессиональных задач.	Знать:	Основные методы статистической обработки данных и методы динамического моделирования.
	Уметь:	Применять основные методы статистической обработки данных и динамического моделирования с использованием языков программирования R, Python, Matlab.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	Применения основных методов статистической обработки данных и динамического моделирования с использованием языков программирования R, Python, Matlab.
ОПК-6.ИД1 – Использует в профессиональной деятельности современные компьютерные технологии.	Знать:	синтаксис и основные функции языков R, Python, Matlab. Основные статистические методы и критерии, и их реализацию в R; динамические модели и их реализацию в Python и Matlab.
	Уметь:	интерпретировать результаты обработки экспериментальных и клинических данных с использованием R, Python и Matlab.

	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	написания программ в R, Python и Matlab.
ОПК-6.ИДЗ – Оформляет и представляет результаты новых разработок.	Знать:	основные принципы графического представления результатов обработки данных в R, Python и Matlab и ImageJ.
	Уметь:	использовать основные пакеты R, Python, Matlab и ImageJ для графического представления результатов обработки экспериментальных данных.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	использования основных пакетов R, Python, Matlab и ImageJ для графического представления результатов обработки экспериментальных данных.
ОПК-8.ИД1 – Осуществляет сбор и обработку первичных данных с использованием современной исследовательской аппаратуры и программного обеспечения.	Знать:	принципы сбора и обработки первичных данных с использованием R, Python, Matlab и ImageJ.
	Уметь:	обрабатывать первичные данные с использованием R, Python, Matlab и ImageJ.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	Обработки первичных данных с использованием R, Python, Matlab и ImageJ.
ПК-2.ИД2 – Способен руководить работами по исследованию лекарственных средств.	Знать:	- основные закономерности развития патологических процессов и состояний; - структурные основы болезней и патологических процессов; - морфологические изменения органов и тканей при патологических процессах; - причины, основные механизмы развития и исходов типовых патологических процессов; - закономерности нарушений функций органов и систем
	Уметь:	- анализировать микроскопические препараты, микрои электронные микрофотограммы биологических объектов в норме и патологии; - количественно и качественно оценить физиологические и патофизиологические показатели деятельности различных органов и систем в норме и патологии;
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	Дифференциации причин и условий возникновения патологических процессов и болезней, оценки рисков хронизации, осложнений и рецидивов
ПК-2.ИД2 – Руководит работами по фармацевтической разработке лекарственных препаратов.	Знать:	- основные закономерности развития патологических процессов и состояний; - структурные основы болезней и патологических процессов; - морфологические изменения органов и тканей при патологических процессах; - причины, основные механизмы развития и исходов типовых патологических процессов; - закономерности нарушений функций органов и систем
	Уметь:	- анализировать микроскопические препараты, микроэлектронные микрофотограммы биологических объектов в норме и патологии; - количественно и качественно оценить физиологические и патофизиологические показатели деятельности различных органов и систем в норме и патологии;
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	Дифференциации причин и условий возникновения патологических процессов и болезней, оценки рисков хронизации, осложнений и рецидивов.

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												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Учебные занятия														
Контактная работа обучающихся с преподавателем в семестре (КР), в т.ч.:	64	64												
Лекционное занятие (ЛЗ)	16	16												
Семинарское занятие (СЗ)	48	48												
Практическое занятие (ПЗ)														
Практикум (П)														
Лабораторно-практическое занятие (ЛПЗ)														
Лабораторная работа (ЛР)														
Клинико-практические занятия (КПЗ)														
Специализированное занятие (СПЗ)														
Комбинированное занятие (КЗ)														
Коллоквиум (К)														
Контрольная работа (КР)														
Итоговое занятие (ИЗ)														
Групповая консультация (ГК)														
Конференция (Конф.)														
Иные виды занятий														
Самостоятельная работа обучающихся в семестре (СРО), в т.ч.	64	64												
Подготовка к учебным аудиторным занятиям														
Подготовка истории болезни														
Подготовка курсовой работы														
Подготовка реферата														
Иные виды самостоятельной работы (в т.ч. выполнение практических заданий проектного, творческого и др. типов)														
Промежуточная аттестация														
Контактная работа обучающихся в ходе промежуточной аттестации (КРПА), в т.ч.:														
Зачёт (З)														
Защита курсовой работы (ЗКР)														
Экзамен (Э)**														
Самостоятельная работа обучающихся при подготовке к промежуточной аттестации (СРПА), в т.ч.														
Подготовка к экзамену**														
Общая трудоемкость дисциплины (ОТД)	в часах: ОТД = КР+СРС+КРПА+СРПА	128	128											
	в зачетных единицах: ОТД (в часах):32	4	4											

3. Содержание дисциплины

3.1. Содержание разделов, тем дисциплины

___ 1 ___ семестр

№ п/п	Шифр компетенции	Наименование раздела (модуля), темы дисциплины (модуля)	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
1	2	3	4
Раздел 1. Общие понятия молекулярной биологии. Нуклеиновые кислоты			
1		Тема 1. Введение в молекулярную биологию.	<p>Характеристика молекулярной биологии как науки, ее связь с генетикой. Объекты, задачи, основные направления и перспективы развития молекулярной биологии. Молекулярная биология как наука о механизмах наследования, передачи и реализации генетической информации, объектами которой являются нуклеиновые кислоты и белки. Задачи молекулярной биологии: познание основных закономерностей жизнедеятельности. Фундаментальное и прикладное значение молекулярной биологии в биологии и медицине.</p> <p>Молекулярной биология как самостоятельный раздел биологии; основные ключевые открытия за последние 80 лет.</p> <p>Крупномасштабные проекты, такие как «Геном человека».</p> <p>Белки и нуклеиновые кислоты. Общее понятие об их структурах и функциях. ДНК как генетический материал. Природа генетической информации. Центральная догма молекулярной биологии.</p>
		Тема 2. Структура нуклеиновых кислот.	<p>Первичная структура нуклеиновых кислот из нуклеотидов. Структура нуклеотидов: пентозы и азотистые основания. Пуриновые и пиримидиновые азотистые основания; понятие о кето-енольной таутомерии. Пентозный компонент нуклеотида; С'2-эндо- и С'3-эндо- конформации фуранозного кольца. Нуклеозиды: N-гликозидная связь, син- и анти-конформации нуклеозидов. Нуклеотиды как фосфорные эфиры нуклеозидов. Различные типы нуклеотидов: нуклеозид-5' (или 3')-монофосфаты; дифосфаты; трифосфаты. Макроэргические связи в молекулах нуклеотидов. Комплексы фосфатных групп нуклеотидов с ионами металлов. 5'-3'- фосфодиэфирная связь, обеспечивающая формирование полимерной цепочки нуклеотидов. Ассиметричной полимерной цепочки нуклеиновых кислот: понятие 5' и 3'-конца нуклеиновой кислоты. Энзиматическая деградация нуклеиновых кислот с помощью экзонуклеаз и эндонуклеаз. ДНКазы и РНКазы.</p> <p>Открытия, предшествующие установлению структуры ДНК. Регулярность структуры. Правила Чаргаффа. Макромолекулярная структура ДНК: двойная спираль Уотсона – Крика. Принцип комплементарности. Формирование вторичной структуры ДНК за счет водородных связей и стэкинг-взаимодействий. Сахарофосфатный остов. Спирализация ДНК. Большая и малая бороздка ДНК, роль экспонирования разных атомов в большую и малую бороздку ДНК. Правоспиральные В- и А- форм ДНК и левоспиральная Z-форма ДНК. Условия перехода ДНК из одной формы в другую. Жесткость молекулы ДНК. Хугистиновские пары. Особые структуры в ДНК: обращенные петли, теломерная петля, G-квадруплексы.</p> <p>Одноцепочечность РНК. Типы вторичных структур РНК: спирализация в РНК, шпильки с торцевыми петлями, выпетливания, псевдоузлы, дефекты шпилек. Внутрицепочечные взаимодействия как фактор формирования вторичной структуры РНК. 3'-эндо- конформация рибозы. А-форма спирали РНК. Неканоническое спаривания азотистых оснований. Предсказание вторичной структуры РНК (рсчет вероятности образования шпилек) по расчету минимальной свободной энергии. Третичная</p>

			структура одноцепочечных РНК. Образование черешков и доменов. Спаривание торцевых петель с дальними односторонними участками («дальние псевдоузлы»). Коаксиальный стэкинг двойных спиралей. Образование «составных спиралей». Магний-ионные мостики между фосфатами. Рибозные застежки. А-минорные взаимодействия. Тройственные взаимодействия оснований, формирование элементов тройных спиралей.
Раздел 2. Геномы			
2		Тема 3. Структура генома	<p>Ключевые элементы генома. Особенности организации геномов различных организмов: прокариот (оперонная структура), архей, эукариот (мобильные элементы, интроны и экзоны, большое количество повторов). Принципы организации вирусных геномов (ДНК и РНК-содержащие вирусы, ретровирусы). Ядерный геном и геном органелл (митохондриальный и хлоропластный геном). Организация генома у человека. Гены и межгенные участки. Псевдогены. Тандемные и перемежающиеся повторы. Тандемные повторы: минисателлиты, микросателлиты и сателлитная ДНК. Перемежающиеся повторы: ДНК-транспозоны и ретротранспозоны.</p> <p>Сравнение геномов и эволюция геномов. Подходы к аннотированию геномов: базы данных, программы. Мобильные генетические элементы у прокариот и эукариот. Перемещение подвижных генетических элементов, содержащих гены транспозазы, в ДНК-мишени. Структурная организация некоторых подвижных элементов: IS-элементы, ДНК-транспозоны, ретротранспозоны. IS-последовательности как компонент F-фактора бактерий, определяющего способность передачи генетического материала при конъюгации.</p> <p>Транспозоны бактерий (Tn3, Tn5, Tn9, Tn10). Механизмы транспозиции. Резольваза, функции резольвазы. Роль сверхспирализации при транспозиции. Регуляция транспозиции Tn10.</p> <p>Транспозоны эукариот. Двухкомпонентная система транспозонов. Полный (активный) и дефектный транспозоны. Влияние транспозонов на активность генов у растений на примере кукурузы. Представление о горизонтальном переносе транспозонов.</p> <p>Ретротранспозоны: ретротранспозоны, содержащие длинные концевые повторы (LTR) и не-LTR транспозоны. SINE, LINE, Alu. Распространение мобильных элементов среди всех систематических групп живого мира. Роль мобильных элементов в инактивации и изменении активности генов, в «горизонтальном» переносе генов, в хромосомных перестройках. Основные механизмы транспозиций: репликативная транспозиция ДНК-транспозонов (copy and paste) и перемещение ретротранспозонов (cut and paste).</p> <p>Использование интегразы sleeping beauty в генетической инженерии для интеграции кассет в геном млекопитающих.</p>
		Тема 4. Метагеномика	Метагеномика для определения видового разнообразия организмов определенного биотопа. Роль метагеномики в экологических исследованиях. Метагеномика сточных вод. Метагеномика микробиоты. Роль метагеномики в изучении метаболической взаимосвязи организмов.
Раздел 3. Принципы амплификации ДНК и способы работы с ней			
		Тема 5. Репликация ДНК.	Эксперименты, обеспечившие доказательство генетической роли ДНК: эксперимент Фредерика Гриффита; эксперимент Освальда Эвери, Колина Маклауда и Маклина Маккарти; эксперимент Альфреда Херши и Марты Чейз. Модели репликации ДНК. Эксперимент Мезельсона и Сталя, доказавший полуконсервативный механизм репликации ДНК. Понятие реплика как единицы репликации. Ориджины репликации. ДНК-полимеразы. Общие принципы работы ДНК-полимераз. Роль праймеров. Понятие точности и процессивности. Принципы

		<p>репликации ДНК. Репликативная вилка и двунаправленный синтез ДНК. Понятие лидирующей цепи и отстающей. Прерывистый синтез ДНК и фрагменты Оказаки.</p> <p>Механизм репликации ДНК у прокариот. Основные компоненты репликативной вилки прокариот. ДНК-полимеразы прокариот: ДНК-полимеразы I (ДНК-полимераза Корнберга), II и III. Фрагмент Кленова. Корректирующая 3'-5' экзонуклеазная активность ДНК-полимераз. Праймазы. Хеликазы. Топоизомеразы и гиразы. ДНК-лигазы. Роль скользящего зажима. Ориджин <i>Ori</i> <i>C. E.coli</i>.</p> <p>Инициация репликации у <i>E.coli</i> и роль метилирования в этом процессе.</p> <p>Репликация кольцевых двунитевых ДНК по типу «катящегося кольца» (для фаговой ДНК) и «D-петли» (для митохондриальной ДНК).</p> <p>Репликация у эукариот. Репликоны эукариот. ДНК-полимеразы эукариот: основные репликативные ДНК-полимеразы и ДНК-полимеразы, участвующие в репарации. Ядерные ДНК-полимеразы. Высокоточные репликативные ДНК-полимеразы (репликазы): ядерные ДНК-полимеразы α, δ, ϵ и митохондриальная ДНК-полимераза γ. Высокоточные и низкоточные репаративные ДНК-полимеразы. Полимеразная и праймазные активности ДНК-полимеразы α.</p> <p>Основные компоненты репликативной вилки эукариот и механизм репликации. Роль скользящего зажима (PCNA).</p> <p>Контроль репликации у эукариот. Роль циклинов и циклин-зависимых киназ в формировании и активации ориджинов у человека. ARS элементы дрожжей.</p> <p>Проблемы репликации и способы их решения в ходе репликации. Проблема репликации концов линейной ДНК. Структурна теломерной ДНК (теломерные повторы, t-петля, G-квадруплексы). Шелтериновый комплекс. Теломераза как РНК-белковый комплекс.</p>
	Тема 6. Методы амплификации ДНК.	<p>Полимеразная цепная реакция (ПЦР) как метод амплификации ДНК. ПЦР с детекцией в конечной точке и ПЦР в реальном времени. Праймеры для ПЦР. Плавление ДНК. Температура плавления. Температура гибридизации зонда или праймера. Способы детекции сигнала при ПЦР в реальном времени: С использованием интеркалирующих флуорофоров, TaqMan пробы, scorpion (molecular beacon) пробы. Приложения ПЦР. ПЦР в реальном времени и обратная транскрипция. ПЦР в реальном времени для анализа дифференциальной экспрессии генов, ПЦР для диагностики инфекционных и наследственных заболеваний, мутаций, возникающих при онкологических заболеваниях и т.п. Изотермические методы амплификации сигнала на примере (рекомбиназной полимеразной амплификации (RPA) и петлевой изотермической амплификации (LAMP)).</p>
	Тема 7. Методы секвенирования нуклеиновых кислот.	<p>Секвенирование первого поколения. Секвенирование ДНК по Максаму и Гилберту: метод химической деградации. Энзиматическое секвенирование ДНК по Сенгеру. Секвенирование нового поколения (NGS). Принципы амплификации и детекции сигнала в NGS. Различные технологии NGS: пиросеквенирование, секвенирование на платформах Illumina и BGI, pH-индуцированное секвенирование (ion torrent). Секвенирование третьего поколения (long read sequencing): нанопоровое секвенирование и секвенирование на платформе PacBio Приложения NGS. Целесообразность применения NGS при установлении наследственного заболевания и выбора тактики лечения опухолевых заболеваний.</p>
	Тема 8. Основы генной инженерии.	<p>Основные понятия генной инженерии: клонирование, вектор, плазмиды, трансформация. Ключевые элементы векторов, используемых в генной инженерии. Структуры коммерческих</p>

			<p>векторов: ориджин репликации, селективные маркеры, ген устойчивости к антибиотикам, промотр, полилинкер. Способы встраивания чужеродной ДНК в вектор, получение рекомбинантной ДНК. Система модификации-рестрикции бактерий. Рестриктазы второго типа (II) и рестриктазы III. Изошизомеры, неошизомеры и изокаудомеры. Праймеры для введения сайтов рестрикции. ДНК-лигазы. ДНК-полимеразы. Полинуклеотидкиназа фага T4 и фосфатазы. Безлигазное клонирование. Трансформация бактерий. Компетентные клетки. Анализ клонов.</p> <p>Типы векторов в зависимости от задач: вектора для экспрессии белков в клетках бактерий и для экспрессии белков в клетках млекопитающих.</p> <p>Методы работы ДНК и РНК. Анализ нуклеиновых кислот с помощью электрофореза в агарозном и полиакриламидном геле. Разрешающая способность геля. Методы визуализации нуклеиновых кислот в геле. Денатурирующий электрофорез. Капиллярный электрофорез. Пульс-электрофорез.</p> <p>Понятие библиотеки ДНК. Основные принципы работы с коммерческими библиотеками ДНК. Геномные библиотеки. Исторические принципы получения геномных библиотек и их скрининга. Саузерн- и Нозерн-блоттинг. Получение ДНК- и РНК-зондов для гибридизации с использованием радиоактивных изотопов или флуоресцентных красителей. Библиотеки для NGS. Основные принципы их получения.</p> <p>Рекомбинантные белки. Тэгах для облегчения очистки или детекции. Сайты протеолиза. Вектора для экспрессии рекомбинантных белков и выбор системы экспрессии. Экспрессия рекомбинантных белков в клетках бактерий, в клетках дрожжей, в клетках насекомых и в клетках млекопитающих. Достоинства и недостатки каждой из систем. Производство рекомбинантных белков для научной деятельности, для молекулярной диагностики и для применения в клинической практике.</p>
		<p>Тема 9. Рекомбинация ДНК.</p>	<p>Рекомбинация ДНК как способ обеспечения генетической изменчивости. Гомологичные молекулы ДНК. Гомологичная, или общая рекомбинация (кроссинговер). Эктопическая рекомбинация между гомологичными участками одного генома как частный случай гомологичной рекомбинации. Возникновение делеций, инверсий и дупликаций в результате гомологичной рекомбинации. Общая модель кроссинговера (модель Холлидея). Резолвазы и белки, обеспечивающие миграцию ветвления. Модель рекомбинации, предполагающая двунитевой разрыв с последующей репарацией разрыва. Структуры Холлидея в модели рекомбинации. Миграция ветви, гетеродуплексы, разрешение структур Холлидея с помощью резолваз. Роль рекомбинации в пострепликативной репарации. Гомологичная рекомбинация у E.coli. Функция белка Rec A (recA филамента). RecBCD-комплекс. Механизм гомологичной рекомбинации. Мейотическая рекомбинация в профазе первого деления у эукариот. Гомологи RecA у эукариот – Rad51 и Dm1. Синаптонемный комплекс. Биологическое значение гомологичной рекомбинации. Рекомбинационная репарация у прокариот и эукариот. Эукариотические механизмы DSBR, SDSA (синтез-зависимый отжиг цепей), механизм репликации, индуцированной разрывами (BIR). Механизм репарации одиночных цепей (SSA) Вклад рекомбинации в генетическую изменчивость. Генная конверсия. Перестройки хромосом (в первую очередь дупликации)</p>

			за счет эктопической рекомбинации. Возникновение новых генов за счет дивергенции. Мультигенные семейства. Сайт-специфическая рекомбинация. Сайт специфические рекомбиназы как топоизомеразы типа I. Семейство интеграз (тирозиновых рекомбиназ). Схема интеграции фага лямбда в хромосому <i>E.coli</i> . AttP и AttB сайты. Система cre-lox фага P1.
		Тема 10. Горизонтальный перенос генов	Трансформация. Трансдукция. Конъюгация. F'-плазида бактерий. Использование AttP и AttB сайтов и интеграз в генной инженерии для интеграции целевого генетического материала в геном. Использование рекомбиназы Cre и сайтов Lox для получения генетически-редактированных клеток и животных. Методы доставки генетического материала. Трансфекция плазмид и вирусная трансдукция. Типы трансфекции. Рекомбинантные вирусы. Аденовирусы, аденоассоциированными вирусами, ретровирусы и лентивирусы, вирус везикулярного стоматита. Использование вирусных векторов в научной деятельности, для генной терапии и для вакцинации. Безопасность и иммуногенность.
		Тема 11. Репарация ДНК	Типы повреждений ДНК и причины их появления. Типы прямой репарации повреждений ДНК. Прямая репарация тиминовых димеров и прямая репарация метилированных оснований. Эксцизионная репарация путем вырезания нуклеотидов и путем вырезания эксцизия оснований. Представления об ошибках репликации, обусловленных проскальзыванием ДНК-полимеразы. Исправление ошибок репликации с помощью пруфридинговой активности полимераз и исправление ошибок репликации с помощью механизма mismatch repair. Репарация двунитевых разрывов ДНК по механизму гомологичной рекомбинации (HR) и по механизму нехомологичного соединения концов (NHEJ). SOS-ответ у <i>E.coli</i> . Роль белков LexA, RecA, Umu.
		Тема 12. Созревание T и B клеток	Созревание T и B клеток. Организация локуса генов антител и T-клеточных рецепторов. VDJ-рекомбинация. Правило 12/23. Механизм формирования новых T- и B-клеточных рецепторов. Смена изотипов (class switch) при созревании B-клеток. Соматический гипермутагенез для улучшения аффинности антител.
		Тема 13. Методы редактирования генома	Методы редактирования генома: нуклеазы с цинковыми пальцами (Zn-finger), нуклеазы TALEN, использование системы CRISPR-Cas. Преимущества и недостатки каждой из систем. Принцип редактирования генома на основе внесения двуцепочечного разрыва в определенное место ДНК. Нуклеаза Cas9 и Cas12a. Гидовые РНК. Подбор гидовых РНК с помощью онлайн-сервисов. Доставка гидовых РНК с помощью плазмид и с помощью РНК-трансфекции. Различные приложения CRISPR/Cas для нокаута, нокина и изменения экспрессии генов. CRISPR/Cas скрининг. Применение геномного редактирования в научной деятельности и перспективной клинической практике. In vivo редактирование клеточной культуры и ex vivo редактирование клеток для терапии.
Раздел 4. Транскрипция и созревание РНК			
		Тема 14. Транскрипция	Транскрипция у эукариот. Промоторы, энхансеры, сайленсеры у эукариот. РНК-полимеразы эукариот: ядерные РНК полимеразы I, II и III. Общие и специфические субъединицы. Промоторы и базальные транскрипционные факторы для РНК-полимераз I, II и III. Роль фактора TBP в инициации транскрипции. Базальные факторы транскрипции для РНК-полимеразы II. Детальный механизм инициации транскрипции на эукариотических промоторах для РНК-полимеразы II. Пауза и арест элонгации. Роль факторов NELF, DSIF и p-TEFb. Роль фосфорилирования аминокислот в повторах гептамер в С-концевом домене наибольшей субъединицы РНК-полимеразы II (Rpb1) в инициации, элонгации и терминции транскрипции.

			<p>Транскрипционная активность гена есть результат взаимодействия активаторов и ингибиторов транскрипции. Роль энхансеров и кофакторов в активации транскрипции. Участки связывания для специфических факторы транскрипции. Гены «домашнего хозяйства» и регуляция активности специфических генов. Способы активации транскрипционных факторов. Примеры наиболее известных транскрипционных факторов, обеспечивающих регуляцию экспрессии генов на стадии инициации (Jun/fos, STAT, CREB, p53, рецепторы стероидных гормонов, рецептор ретиноевой кислоты, мус, elk, ATF4, NFkB, E2F1, HIF1/2, GCN4). ДНК-связывающие домены транскрипционных факторов. Дрожжевая дигибридная система на основе фактора транскрипции GAL4. Примеры нарушения регуляции транскрипции генов в многоклеточных организмах. Изучение регуляции транскрипции на клеточном уровне. Транскриптомика на уровне одиночных клеток. In vitro транскрипция с использованием T7 РНК-полимеразы.</p>
		<p>Тема 15. Созревание РНК у эукариот.</p>	<p>Созревание РНК и транспорт РНК из ядра в цитоплазму. Процессинг мРНК эукариот из гетерогенной ядерной РНК (гЯРНК). Кэпирование 5-конца. Полиаденилирование. ПолиА-полимеразы. Роль сигнала полиаденилирования в терминации транскрипции. Наличие нескольких сигналов полиаденилирования. Роль полиаденилирования в защите мРНК от деградации, в экспорте мРНК в цитоплазму и в регуляции трансляции. Сплайсинг пр-мРНК. Интроны 1 и 2 типа. Сплайс-сайты. Консенсусные последовательности 5'- и 3'-сплайс-сайтов. Реакции трансэтерификации при сплайсинге. Сплайсома. Формирование мяРНП с помощью мяРНК и вспомогательных белков. Механизм сплайсинга с образованием структур типа лассо. Правила сплайсинга. Примеры болезней, связанных с нарушением сплайсинга: фенилкетонурия, бета-таллессемия. Энхансеры и сайленсеры сплайсинга. SR-белки, белки семейства hnRNP, полпиримидин-связывающие белки как регуляторы сплайсинга. Альтернативный сплайсинг как способ регуляции экспрессии генов и как способ образования тканеспецифичных форм белка. Роль РНК-связывающих белков в альтернативном сплайсинге. Примеры альтернативного сплайсинга (в т.ч. для белков нервной системы). Транс-сплайсинг (на примере трипаносом и нематод). Роль U7 мяРНК в процессинге 3'-конца гистоновой пре-мРНК. Сопряжение кэпирования, сплайсинга и полиаденилирования с транскрипцией. Роль фосфорилирования аминокислот в повторах гептамер в С-концевом домене наибольшей субъединицы РНК-полимеразы II (Rpb1) в кэпировании, полиаденилировании и сплайсинге. Высокая скорость распада пре-мРНК в ядре; роль РНК-связывающих белков и мяРНП в поддержании стабильности мРНК. Белки комплекса соединения экзонов (EJC). Нонсенс-опосредованная деградация мРНК (NMD). P-bodies. Посттранскрипционное редактирование мРНК: редактирование мРНК (интронов, экзонов, 3'-нетранслируемых областей) редактирование регуляторных РНК, тРНК, рРНК. Дезаминазы ADAR и APOBEC. Примеры других модификаций в мРНК: метилирование, псевдоуридинилирование. Процессинг рРНК эукариот. Самосплайсирующиеся интроны. Созревание тРНК эукариот. Редактирование митохондриальных и хлоропластных транскриптов растений. Экспорт зрелой мРНК из ядра в цитоплазму. Структура зрелой мРНК у эукариот: кэп, 5'-нетранслируемая лидерная область (5'НТО), открытая рамка считывания (кодирующая белок), 3'-нетранслируемая область (3'НТО), полиА-хвост. Роль 5'НТО в регуляции трансляции и роль 3'НТО в регуляции стабильности РНК и в регуляции трансляции. Связывание РНК-связывающих</p>

			<p>белков с 5'НТО и 3'НТО. Связывание miRNA с 3'НТО. Роль 3'НТО в определении времени жизни мРНК и ее внутриклеточной локализации.</p> <p>Современные подходы к изучению созревания мРНК. Методы CLIP, бисульфитное секвенирование, РНК-иммунопреципитация с использованием антител к модификации РНК.</p>
Раздел 5. Эпигенетическая регуляция экспрессии генов.			
		<p>Тема 16. Метилирование ДНК у эукариот.</p>	<p>Метилирование ДНК у эукариот. Метилирование CpG-островков. Система метилирования и деметилирования цитозинов. Дезаминирование метилированного цитозина. Связь метилирования ДНК и метилирования гистонов. Механизм репрессии транскрипции, обусловленный метилированием. Функции метилирования ДНК. Наследование профиля метилирования ДНК. Метилирование и деметилирование в процессе гаметогенеза. Деметилирование ДНК: глобальное деметилирование при развитии зародыша млекопитающих и при старении. Специфическое метилирование, обеспечивающее импринтинг (на примере гена IGF2). Мутации ДНК-метилтрансфераз и метилсвязывающих белков. Метилирование ДНК при опухолевых заболеваниях.</p>
		<p>Тема 17. Гистоны и гистоновый код</p>	<p>Доменно-петлевая структура хроматина. ТАДы – топологически ассоциированные домены. Понятие инсулятора. Архитектурные белки. Хромосомные территории. Эу- и гетерохроматин (открытый и закрытое состояние хроматина). Транскрипционная активность эухроматина и гетерохроматина (конститутивный и факультативный гетерохроматин). Уровни организации хроматина. Нуклеосомный уровень организации хроматина. Коровые гистоны и линкерный гистон. Особенности структуры гистонов, гистоновый фолд. Варианты гистоны. Гистоны и гистоновый код: ферменты «читатели», «писатели» и «стиратели» гистоновых меток. Метилирование, ацетилирование, фосфорилирование, сумоилирование гистонов. Распространение гистоновых меток внутри ТАДа. Связь посттрансляционной модификации гистона с транскрипционной активностью хроматина. Активирующие и репрессорные гистоновые метки. Метки промоторов и энхансеров активных генов. Поликомб-комплексы PRC1 и PRC2.</p> <p>Открытое и закрытое состояние хроматина. Переход из закрытого состояния в открытое с помощью комплексов ремоделирования хроматина с помощью комплексов семейства SWI за счет регулирования степени компактизации ДНК. Механизм работы комплексов ремоделирования хроматина на примере комплексов семейства SWI. Представители этого семейства: комплексы cBAF, PBAF, ncBAF. Тканеспецифичная экспрессия комплекса ncBAF в нейрональных клетках. Роль других комплексов ремоделирования хроматина в сборке нуклеосом и в изменении гистонического состава нуклеосом (замена вариант гистона).</p> <p>3-d геномика. Методы анализа метилирования ДНК и распределения гистоновых меток в геноме. Hi-C для выявления пространственно сближенных участков хроматина. ChIP-seq для анализа ДНК-белковых взаимодействий. Эпигенетические базы данных.</p>
		<p>Тема 18. Роль некодирующих РНК в регуляции экспрессии генов</p>	<p>Длинные некодирующие РНК. Основные функции и примеры. MALAT1 и NEAT1.</p> <p>7SK РНК. Транскрибируемые энхансеры. eRNA. Антисмысловая транскрипция РНК</p> <p>РНК-интерференция. Эпигенетическая регуляция экспрессии генов с помощью малых некодирующих РНК (siRNA) и микроРНК (miRNA). Роль белков семейства аргонавт (AGO). Комплекс RISC. Сходство и различия в механизмах регуляции с помощью siRNA и miRNA. Роль miRNA в регуляции стабильности мРНК и в регуляции трансляции. Использование siRNA и shRNA в научной детальной для нокдаунов генов. Терапия с помощью антисенс</p>

		олигонуклеотиды (ASO) на примере нусинерсена (спинразы) для лечения СМА. Эпигенетическая регуляция экспрессии генов с помощью piRNA. Пинг-понг механизм. Роль белков семейства аргонавт. Роль piRNA в защите клетки от ретротранспозонов. Экспрессия piRNA в герминальных клетках.
Раздел 6. Биосинтез белка		
	Тема 19. Биосинтез белка рибосомами	<p>Участники биосинтеза белка: мРНК, аминоксил-тРНК и рибосома. Рибосомы прокариот и эукариот: рРНК и рибосомные белки. Малая и большая субчастица рибосомы. Декодированный и пептидил-трансферазный центр. рРНК как основа структуры рибосомы. Значение рибосомной РНК. Виды рибосомных РНК. Рибосомные белки. А, Р, Е сайты рибосомы. Формирование мРНК-связывающего канала. Современная номенклатура рибосомных белков. Рибосомы хлоропластов и митохондрий.</p> <p>Расшифровка генетического кодона. Генетический код. Кодона. Основные свойства генетического кода: триплетность, специфичность, вырожденность, неперекрываемость, отсутствие пропусков, универсальность. Кодовые семейства, старт и стоп кодоны. Примеры некоторых отклонений от универсальности генетического кода.</p> <p>тРНК. Созревание тРНК у эукариот. Вторичная и третичная структура тРНК (L-форма). Антикодоновая петля тРНК. Модификации азотистых оснований в тРНК. Особенности митохондриальных тРНК.</p> <p>Адаптерная гипотеза Крика и ее доказательства. Аминоксил-тРНК и аминоксил-тРНК-синтетазы. Реакции аминоксилации, катализируемые аминоксил-тРНК-синтетазами. Типы аминоксил-тРНК-синтетаз и их специфичность к аминоксилоте и к тРНК. Структуры комплексов тРНК и аминоксил-тРНК синтетаз. Кодон-антикодоновое взаимодействие. Предпосылки к гипотезе вихляния Ф. Крика. Правило нестроого соответствия.</p> <p>Трансляция мРНК с участием рибосом. Стадии трансляции: инициация, элонгация и терминация. Рабочий (элонгационный) цикл рибосомы у прокариот. Роль ГТФ-связывающих факторов элонгации; Роль элонгационных факторов при связывании аминоксил-тРНК. Образование пептидной связи в пептидил-трансферазном центре. Фактор элонгации EF-Tu, его структура и взаимодействия. Фактор EF-Ts. Роль фактора EF-G. Рабочий (элонгационный) цикл рибосомы у эукариот, роль факторов eEF1A, eEF1B eEF2. Полисомы. Центрифугирование клеточного экстракта в сахарозном градиенте. Полисомный и рибосомный профайлинг. Антибиотики, ингибирующие прокариотическую и эукариотическую рибосому.</p>
	Тема 20. Инициация трансляции	<p>Внутренняя инициация трансляции у прокариот. Последовательность анти-Шайн-Дальгарно и Шайн-Дальгарно. Альтернативные стартовые кодоны. Роль факторов IF1, IF2, IF3. Особенности инициаторной формил-метионил-тРНК. Основные принципы регуляции трансляции у прокариот</p> <p>Регуляция трансляции у прокариот. Регуляция инициации трансляции предшествующими открытыми рамками считывания (аттенюация трансляции). Аттенюация трансляции на примере <i>cat</i> и <i>erm</i> мРНК. Адаптивная регуляция инициации трансляции белками-репрессорами (трансляционная репрессия) на примере авторегулируемого синтеза треонил-тРНК-синтетазы и регуляция трансляции РНК фага MS2 и авторегуляции синтеза рибосомных белков у прокариот. Регуляция трансляции аптамерными модулями мРНК («рибопереключения»/riboswitches) на примере тиаминового и аденилового рибопереключателей.</p> <p>Отличие эукариотической мРНК от прокариотической. 5'концевая инициация трансляции у эукариот. Отличие 18S рРНК малой субчастицы рибосомы эукариот от 16S рРНК малой субчастицы</p>

			<p>рибосомы прокариот. Детальный механизм инициации трансляции у эукариот с участием инициаторных факторов. Консенсусная последовательность Козак и контекст инициаторного стартового кодона. Альтернативные стартовые кодоны. Роль факторов eIF1 и eIF5 в узнавании стартового кодона. Роль фактора eIF4F в посадке рибосомы на 5'-конец. Сканирование 5'нетранслируемой области до стартового кодона. Сборка 48S и 80S инициаторного комплексов.</p> <p>Регуляция трансляции эукариот с помощью 4E-ВР при ингибировании mTOR и с помощью фосфорилирования eIF2. . Два механизма трансляционной репрессии: ингибирование связывания инициаторного комплекса и ингибирование сканирования. Роль 5'НТО в регуляции трансляции. Трансляционная репрессия у эукариот. Специфические структуры в 5'НТО, связывание РНК-связывающих белков, наличие альтернативных стартовых кодонов и открытых рамок считывания (uAUG и uORF). Регуляция трансляции с помощью РНК-связывающих белков. Пример регуляции синтеза ферритина. Регуляция трансляции основной рамки с помощью коротких uORF.</p> <p>3'-концевые усилители инициации трансляции у эукариот и возможный механизм их действия. СІТЕ – 5'-конец-зависимая, но кэп-независимая инициация трансляции мРНК эукариот.</p> <p>Специфические механизмы регуляции трансляции в нейрональных клетках: регуляция с помощью РНК-связывающих белков, регуляция экспрессии в разных компартаментах нейрона: в теле и в аксоне.</p> <p>Специфические механизмы инициации трансляции вирусных РНК. Геном вируса гриппа, механизм кэпирования его мРНК.</p> <p>Нейротропные вирусы. Вирус энцефаломиокардита, полиовирус, энтеровирусы, герпесвирусы, вирус кори. Устройство геномов и специфические механизмы трансляции. IRES-зависимая трансляция. Типы IRES элементов на примере полиовируса, вируса энцефаломиокардита, энтеровируса, вируса гепатита С, вируса паралича сверчка и вируса черного маточника.</p> <p>Использование IRES элементов при создании плазмид. Т2А пептид как альтернатива использования IRES элементов для «бицистронной экспрессии». Использование рекомбинантных нейротропных вирусов в изучении нервной системы и в перспективной клинической практике.</p> <p>Подходы к проектированию мРНК-вакцин.</p>
		Тема 21. Терминация трансляции	<p>Механизм терминации трансляции. Роль факторов терминации класса 1 и класса 2. Терминация трансляции у прокариот и рециклинг рибосом. Роль фактора EF-G в рециклинге рибосом у прокариот.</p> <p>Терминация трансляции у эукариот. Роль RF1 и RF3. Терминация трансляции у прокариот и рециклинг рибосом у эукариот. Роль фактора ABCE1 и eIF2D. Текучесть стоп-кодонов. тРНК, ответственные за текучесть, их антикодоны.</p> <p>Механизм кодирования селеноцистеина. Роль специфических факторов и нуклеотидного контекста. Механизм синтеза селеноцистеинил-тРНК.</p>
		Тема 22 Хранение и инактивация мРНК	<p>Маскирование мРНК в зародышевых клетках. Маскирование и демаскирование мРНК в эмбриональном развитии и при клеточной дифференцировке.</p> <p>мРНП и стресс-гранулы. Компонентные стресс-гранул. Общие представления о роли стресс-гранул в клетке и их изучении</p>
		Тема 23. Синтез секретиремых белков	<p>Синтез секретиремых белков у прокариот. Экспрессия белков в периплазме.</p> <p>Синтез секретиремых белков у эукариот. Трансляция и транлокация секретиремых белков через мембрану. Сигнальная последовательность и SRP-частица. Котрансляционный фолдинг и</p>

			фолдинг с помощью шапернов. Посттрансляционные модификации секретрируемых и мембранных белков.
		Тема 27. Посттрансляционные модификации белков.	Ограниченный протеолиз, отщепление N-концевой аминокислоты. Образование дисульфидных связей, N и O-гликозилирование. Роль гликозилирования в фолдинге белка и активности ферментов. Фосфорилирование как основная регуляторная модификация для изменения активности ферментов. Метилирование и ацетилирование (на примере гистонов). Моно- и поли-убиквитинилирование. Деградация белка в протеосоме. Сумоилирование. Липидирование. Везикулярный транспорт белков в различные компартменты эукариотической клетки. Методические подходы для изучения транспорта белков в различные компартменты клетки. Роль транспорта белков в жизнедеятельности нейрона.

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 ***					
					КП	ОУ	ОП	ТЭ	..	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		1_ семестр								
		Раздел 1. Общие понятия молекулярной биологии. Нуклеиновые кислоты								
		Тема 1. Введение в молекулярную биологию.								
1	ЛЗ	Основные понятия молекулярной биологии. Объекты и задачи.	2							
2	ПЗ	Работа с биологическими базами данных: ncbi (pubmed, gene, nucleotide, protein) uniprot, pdb	3							
		Тема 2. Структура нуклеиновых кислот								
3	ЛЗ	Структура ДНК и РНК	2							
4	ЛПЗ	Выделение нуклеиновых кислот из буккального эпителия	3							
5	К	Текущий рубежный (модульный) контроль по разделу 1	3							
		Раздел 2. Геномы								
		Тема 3. Структура генома								
6	ЛЗ	Структура геномов различных организмов.	2							

7	ЛПЗ	Амплификация Аli-повтор и электрофорез в ПААГ.	3								
		Тема 4. Метагеномика									
8	ЛЗ	Метагеномика	2								
9	К	Текущий рубежный (модульный) контроль по разделу 2	3								
		Раздел 3. Принципы амплификации ДНК и способы работы с ней									
		Тема 5. Репликация ДНК.									
10	ЛК	Репликация ДНК у прокариот	2								
11	ЛК	Репликация ДНК у эукариот	2								
		Тема 6. Методы амплификации ДНК									
12	ЛК	Методы амплификации ДНК (ПЦР и LAMP)	2								
13	ЛПЗ	ПЦР в реальном времени для оценки эффективности нокдауна с помощью siRNA	3								
		Тема 7. Методы секвенирования нуклеиновых кислот.									
14	ЛК	Методы секвенирования нуклеиновых кислот	2								
		Тема 8. Основы генной инженерии.									
15	ЛК	Основы генной инженерии	2								
16	ЛПЗ	ПЦР, рестрикция. Работа с программой SnapGene.	3								
17	ЛПЗ	лигирование, трансформация, ПЦР-скрининг	3								
18	ЛПЗ	Выделение плазмидной ДНК	3								
19	ЛПЗ	Выделение рекомбинантного белка методом металло-аффинной хроматографии.	3								
		Тема 9. Рекомбинация ДНК.									
20	ЛК	Общая рекомбинация ДНК	2								
21	ЛК	Сайт-специфическая рекомбинация ДНК.	2								
		Тема 10. Горизонтальный перенос генов									
22	ЛК	Трансформация. Трансдукция. Конъюгация	2								
23	СЗ	Методы доставки генетического материала	3								
24	ЛПЗ	Продукция рекомбинантных аденоассоциированных вирусов	3								
		Тема 11. Репарация ДНК									
25	ЛК	Прямая и эксцизионная репарация. Репарация неправильно спаренных нуклеотидов.	2								
26	ЛК	Репарация двунитевых разрывов. SOS-ответ у E.coli	2								
		Тема 12. Созревание Т и В клеток									

27	ЛК	Созревание Т и В-клеток. VDJ рекомбинация	2											
		Тема 13. Методы редактирования генома												
28	ЛК	Методы редактирования генома	2											
29	ЛПЗ	Подбор гидовых РНК и планирование клонирования гидовых последовательностей в вектор	3											
30	ИЗ	Текущий рубежный (модульный) контроль по разделу 3	3											
		Всего часов за семестр:	78 (,,/,,)											
		2 семестр												
		Раздел 4. Транскрипция и созревание РНК												
		Тема 14. Транскрипция	2											
31	ЛЗ	Транскрипция у прокариот и эукариот	2											
32	СЗ	Регуляция транскрипции у прокариот и эукариот	3											
33	ЛПЗ	Трансфекция репортерных плазмидных ДНК в клетки	3											
34	ЛПЗ	In vitro транскрипция РНК	3											
		Тема 15. Созревание РНК у эукариот.												
33	ЛЗ	Созревание РНК у эукариот.	2											
34	СЗ	NGS методы анализа регуляции экспрессии генов	3											
35	К	Текущий рубежный (модульный) контроль по разделу 4	3											
		Раздел 5. Эпигенетическая регуляция экспрессии генов.												
		Тема 16. Метилирование ДНК у эукариот.												
36	ЛЗ	Метилирование ДНК у эукариот	2											
		Тема 17. Гистоны и гистоновый код												
37	ЛЗ	Гистоны и гистоновый код	2											
		Тема 18. Роль некодирующих РНК в регуляции экспрессии генов												
38	ЛЗ	Роль некодирующих РНК в регуляции экспрессии генов	2											
39	ЛПЗ	Практикум по chip-seq.	2											
40	ЛПЗ	Верификация siRNA-нокдауна с помощью вестерн-блоттинга	6											
39	К	Текущий рубежный (модульный) контроль по разделу 5	3											
		Раздел 6. Биосинтез белка												
		Тема 19. Биосинтез белка рибосомами												
40	ЛЗ	Биосинтез белка рибосомами.	2											

41	ЛПЗ	Получение библиотеки фрагментов гена 16S рРНК для NGS секвенирования	2							
		Тема 20. Инициация трансляции								
42	ЛЗ	Инициация трансляции у прокариот и эукариот	3							
43	ЛПЗ	Регуляция трансляции у эукариот. Транфекция репортерных мРНК в клетки млекопитающих	3							
		Тема 21. Терминация трансляции								
44	ЛЗ	Терминация трансляции	1							
		Тема 22. Хранение и инактивация мРНК								
45	ЛЗ	Хранение и инактивация мРНК	1							
		Тема 23. Синтез секретируемых белков								
46	СМ	Синтез секретируемых белков	3							
47	ЛПЗ	ИФА	3							
48	К	Текущий рубежный (модульный) контроль по разделу 6	3							
		Всего часов за семестр:								
41	Э	Экзамен	9							
		Всего часов по дисциплине:	128							

(* см. разд. 2, **, *** смотри условные обозначения)

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 обучающихся по дисциплине _____ семестр

Виды занятий		Формы текущего контроля успеваемости/виды работы		ТК *	ВТК*	Max.	Min.	Шаг
				П	Д			
Лекционное занятие	ЛЗ	Контроль присутствия	КП	П	Д	1	0	0
Семинарское занятие	СЗ	Контроль присутствия	КП	П	Д	1	0	0
		Опрос устный	ОУ	В	Т	10	0	1
		Опрос письменный	ОП	В	Т	10	0	1
Лабораторно-практическое занятие	ЛПЗ	Контроль присутствия	КП	П	Д	1	0	0
		Опрос устный	ОУ	В	Т	10	0	1
Коллоквиум (рубежный (модульный) контроль)	К	Выполнение лабораторной работы	ЛР	В	Т	10	0	1
		Контроль присутствия	КП	П	Д	1	0	0
		Опрос устный	ОУ	В	Р	10	0	1
Итоговое занятие (итоговый контроль)	ИЗ	Тестирование в электронной форме	ТЭ	В	Р	10	0	1
		Контроль присутствия	КП	П	Д	1	0	0

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

Вид контроля	План в %	Исходно		Формы текущего контроля успеваемости/виды работы	ТК	План в %	Исходно		Коеф.
		Баллы	%				Баллы	%	
Текущий дисциплинирующий контроль	5	30	6.14	Контроль присутствия	П	5	30	6.14	0.17
Текущий тематический контроль	35	360	73.6	Учет активности	У	5	130	26.53	0.038
				Тестирование в электронной форме	В	10	70	14.28	0.14
				Опрос устный	В	10	70	14.28	0.14
				Лабораторная работа	В	10	90	18.37	0.11
Текущий рубежный (модульный) контроль	30	80	16.32	Тестирование в электронной форме	В	15	40	8.16	0.375
				Опрос устный	В	15	40	8.16	0.375

Текущий итоговый контроль	30	20	4.0 8	Тестирование в электронной форме	В	30	20	4.0 8	1.5
Мах. кол. баллов	100	490							

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

1 семестр

- 1) Форма промежуточной аттестации согласно учебному плану – зачет.
- 2) Форма организации промежуточной аттестации:
– устный опрос по билетам
- 3) Перечень вопросов для подготовки к промежуточной аттестации.

1. Объекты и задачи молекулярной биологии.
2. Структура генома. Повторяющиеся последовательности. Сателлитная ДНК. Минисателлиты и микросателлиты, их способы возникновения. Сегментные дупликации. Псевдогены.
3. Мобильные элементы генома. ДНК-транспозоны и ретротранспозоны.
4. Метагеномика.
5. Типы повреждений ДНК и причины их появлений. Дезаминирование, апуринизация
6. Структура нуклеиновых кислот.
7. Топологические проблемы двунитевых молекул ДНК. Сверхспирализация ДНК. Топоизомеразы типов I и II.
8. Репликация: основные принципы, этапы и участвующие ферменты.
9. Репликация у прокариот. Основные компоненты репликативной вилки. Роль различных ДНК-полимераз. Влияние метилирования на репликацию.
10. Репликация у эукариот. Основные компоненты репликативной вилки эукариот и механизм репликации. Роль различных ДНК-полимераз. Контроль репликации у дрожжей и у эукариот. Роль циклинов и циклин-зависимых киназ.
11. Проблема репликации концов линейной ДНК. Теломеры и теломераза.
12. Повреждения в ДНК. Стратегии коррекции повреждений ДНК. Виды репарации. Примеры прямой репарации.
13. Сравнение эксцизионной репарации: эксцизия нуклеотидов и эксцизия оснований.

14. Репарация неспаренных нуклеотидов.
15. Репарация двунитевых разрывов с помощью гомологичной рекомбинации.
16. Репарация двунитевых разрывов с помощью негомологичного соединения концов.
17. Гомологичная рекомбинация у *E.coli*. RecBCD - основной путь гомологичной рекомбинации у *E.coli*.
18. Сайт-специфическая рекомбинация.
19. ПЦР в конечной точке и в реальном времени.
20. Изотермические методы амплификации сигнала (RPA, LAMP).
21. Генетическая инженерия. ПЦР и праймеры для ПЦР. Рестриктазы и лигазы. Трансформация клеток бактерий.
22. Эволюция методов генетического редактирования. Zinc-finger нуклеазы. TALEN. CRISPR/Cas система бактерий и ее приложения. Типы редактирования с помощью CRISPR/Cas и сопряженные с ними проблемы. CRISPR/Cas скрининг. CRISPR/Cas для РНК. Приложения CRISPR/Cas
23. Получение рекомбинатных антител. Гибридная технология. Фаговый дисплей. Трансгенные мыши.
24. Транскрипция у прокариот. Устройство РНК-полимеразы бактерий. Холоэнзим РНК-полимеразы. Роль сигма фактора. Устройство прокариотических промоторов. Стадии транскрипции: инициация, элонгация и терминация.
25. Регуляция транскрипции у прокариот. Опероны. Лактозный и триптофановый опероны. Аптамеры и рибопереключатели.
26. Транскрипция у эукариот. Промотры, энхансеры, сайленсеры. РНК-полимеразы эукариот. Типы промоторов у эукариот для разных РНК полимераз. Базальные транскрипционные факторы.
27. Регуляция транскрипции у эукариот. Энхансеры и промоторы. Способы активации транскрипционных факторов. Внутриклеточные рецепторы гормонов. Типовое устройство транскрипционного фактора (домены). Дрожжевая дигибридная система. Методы CAGE, EST.
28. Компактизация генома. Нуклеосомы и гистоны. Типы гистонов. Укладка нуклеосомы. Варианты гистонов. SENP-A как вариант гистона в центромерном районе хромосомы. Гистоновые болезни.
29. Модификации гистонов. Гистоновый код. Ферменты “писатели”, “читатели”, “стиратели”. Бромодомен, хромодомен у белков. Активный и неактивный хроматин. Р
30. Роль ацетилирования и метилирования гистонов. Комплексы поликомб. Метод CHIP-Seq.
31. Ремоделинг хроматина. Комплексы ремоделирования хроматина. Общая схема процесса ремоделирования хроматина. Семейство SWI/SNF комплексов ремоделирования: cBAF, ncBAF, PBAF. Локализация SWI комплексов и поликомб комплексов. TAD’ы. Роль CTCF в организации хроматина. Методы 3C, 4C, 5C, Chip-loop, Hi-C. TAD’ы и разные типы клеток.

32. Метилирование ДНК.
33. Некодирующие РНК. Типы и роль. 7SK РНК. Транскрибируемые энхансеры. eRNA. Антисмысловая транскрипция РНК. Длинные некодирующие РНК.
34. РНК-интерференция. siRNA и miRNA, сходства и отличия.
35. Репрограммирование клеток с помощью miRNA. Белки семейства AGO. Система piRNA и piwi. Способы изучения miRNA: различные NGS подходы (HITS-CLIP, iCLIP, iCLAP, CRAC, PAR-CLIP, CLASH, AGO CLIP).
Посттранскрипционные модификации РНК: кэпирование, полиаденилирование, сплайсинг. Сплайсома. Малые ядерные РНП эукариот и их роль в сплайсинге
36. Самосплайсирующиеся интроны. Альтернативный сплайсинг. Транс-сплайсинг. Современные подходы к лечению спинальной мышечной атрофии и миодистрофии Дюшена.
37. Синтез белка рибосомами. Структура прокариотической и эукариотической рибосомы.
38. Стадии трансляции. Рабочий цикл транслирующей рибосомы (элонгационный цикл). Рибосомный профайлинг.
39. Аминоацилирование тРНК и аминоацил-тРНК синтетазы.
40. Инициация трансляции у прокариот. Регуляция трансляции у прокариот.
41. Регуляция трансляции у эукариот. Роль miRNA в регуляции трансляции.
42. IRES-элементы вирусов. Использование IRES элементов вирусов в генной инженерии.
43. Синтез секреторируемых белков в клетке.
44. Посттрансляционные модификации белков.
45. Убиквитин-зависимый протеолиз белков.
46. Методы доставки генетического материала: аденовирусы, аденоассоциированные вирусы, лентивирусы, вирус везикулярного стоматита.
47. Принципы секвенирования. Основные платформы для секвенирования – сравнение, достоинства и недостатки. NGS.

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

1 семестр.

Порядок промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине (модулю) в форме зачёта

Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю) в форме зачёта проводится на основании результатов текущего контроля успеваемости обучающегося в семестре, в соответствии с расписанием занятий по дисциплине (модулю), как правило на последнем занятии.

Время на подготовку к промежуточной аттестации не выделяется.

Критерии, показатели и порядок балльно-рейтинговой системы промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) в форме зачета, 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	Молекулярная биология	
Направление подготовки	12.04.04 Биотехнические системы и технологии	
Направленность (профиль)	Инженерные нейротехнологии	
Семестры	1	2
Трудоемкость семестров в часах (Тдс ₁)	78	78
Трудоемкость дисциплины (модуля) в часах за весь период ее изучения (Тд)	156	
Весовые коэффициенты семестровой рейтинговой оценки с учетом трудоемкости (Крос ₁)	0.5	0.5
Коэффициент экзаменационного семестрового рейтинга за все семестры изучения дисциплины (модуля)	0,7	
Экзаменационный коэффициент (Кэ)	0,3	

Структура промежуточной аттестации в форме экзамена

2 семестр

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	П	П	1	0	0	0
	Опрос устный	ОУ	В	10	100	10	3

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

Экзаменационный билет для проведения экзамена по дисциплине «Молекулярная биология» по программе магистратуры по направлению подготовки 06.04.01 «Биология», профиль «Инженерные нейротехнологии»:

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 Общей и медицинской биофизики
Экзаменационный билет № 1

*для проведения экзамена по дисциплине «Молекулярная биология»
по направлению подготовки 06.04.01 «Биология»
профиль «Инженерные нейротехнологии»*

- 1.
- 2.

Заведующий кафедрой _____

Фамилия, инициалы _____

8. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины

Освоение обучающимися учебной дисциплины «Молекулярная биология» складывается из контактной работы, включающей занятия лекционного типа (лекции) и занятия семинарского типа (семинарские занятия, коллоквиумы), 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 в лекционной тетради;
- записать возможные вопросы, которые следует задать преподавателю по материалу изученной лекции.

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 и научной литературой, электронными образовательными ресурсами (например, просмотр видеолекций или учебных фильмов), конспектами обучающегося: чтение, изучение, анализ, сбор и обобщение информации, её конспектирование и реферирование, перевод текстов, составление профессиональных глоссариев;
- подготовки тематических сообщений и выступлений;
- выполнения письменных контрольных работ.

Текущий контроль успеваемости обучающихся по дисциплине «Молекулярная биология» осуществляется в ходе проведения отдельного вида занятия – коллоквиума.

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

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 и текущему итоговому контролю обучающемуся следует изучить учебный материал по наиболее значимым темам и (или) разделам дисциплины в семестре.

Промежуточная аттестация в форме зачета по дисциплине «Молекулярная биология» проводится на основании результатов текущего контроля успеваемости обучающегося в семестре.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена по дисциплине «Молекулярная биология» организуется в период экзаменационной сессии согласно расписанию экзаменов.

Экзамен проходит в форме собеседования по билету. Билет включает в себя два теоретических вопроса.

При подготовке к собеседованию по билетам следует:

- ознакомиться со списком вопросов, 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 и другой материал, изученный в процессе освоения дисциплины.

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

9.1. Перечень литературы по дисциплине:

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания	Наличие литературы в библиотеке	
		Кол. экз.	Электр. адрес ресурса
1	Кребс Джоселин, Килпатрик Стивен, Голдштейн Эллиотт, Гены по Льюину. Лаборатория знаний. 2022		библиотека
2	Альбертс Б., Джонсон А., Льюис Д., Рэфф М., Робертс К., Уолтер П. - Молекулярная биология клетки. 5-ое издание. НИЦ "Регулярная и хаотическая динамика", Москва-Ижевск. 2013		библиотека
3	А.С. Спирин. Рибосомы и биосинтез белка. Лаборатория знаний. 2019		библиотека
4	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, 2020. – 855 с.		http://marc.rsmu.ru:8020/marcweb2/Default.asp .
5	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 / W. Alberts et all. 3rd ed. New York, London : Garland Science. - Содерж. DVD : Ориг. изд. на англ. яз.		библиотека
6	Молекулярная биология [Текст] : учеб. для высш. проф. образования. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Академия, 2012. - 400 с.		библиотека
7	Молекулярная биология : рибосомы и биосинтез белка [Текст] : учеб. для вузов. - М. : Академия, 2011. - 496 с.		библиотека

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

9.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», в том числе профессиональных баз данных, необходимых для освоения дисциплины (модуля):

1. Электронная библиотечная система РНИМУ <https://library.rsmu.ru/resources/e-lib/els/>
2. Консультант студента <https://www.studentlibrary.ru/>
3. ЭБС «Айбукс» <https://ibooks.ru/>
4. ЭБС «Лань» <https://e.lanbook.com/>
5. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
6. ЭБС «IPR BOOKS» <https://www.iprbookshop.ru/>
7. ЭБС «Букап» <https://www.books-up.ru/>
8. «Pub Med» <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>
9. «Scopus» <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic&zone=header&origin=#basic>
10. «Web of Science» <https://clarivate.com/>
11. Wiley Online Library <https://onlinelibrary.wiley.com/>
12. Российская государственная библиотека <https://www.rsl.ru/>
13. Российская национальная библиотека <https://nlr.ru/>
14. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru/>
15. <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970434703.html>
16. www.educa.usma.ru

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

1. Автоматизированная образовательная среда Университета.
2. Балльно-рейтинговая система контроля качества освоения образовательной программы в автоматизированной образовательной системе Университета.

9.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

1. Лекционная аудитория, оборудованная мультимедийным оборудованием.
2. Учебная комната, расположенная в помещениях Университета.
3. Мультимедийный комплекс (ноутбук, проектор, экран).
4. Наборы мультимедийных наглядных материалов по различным разделам учебной дисциплины.

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

Заведующий кафедрой

Синкин М.В.

	Содержание	Стр.
1.	Общие положения	
2.	Формы работы обучающихся, виды учебных занятий и их трудоёмкость	
3.	Содержание дисциплины (модуля)	
4.	Тематический план дисциплины (модуля)	
5.	Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине (модулю)	
6.	Организация промежуточной аттестации обучающихся	
7.	Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)	
8.	Методические указания обучающимся по освоению дисциплины (модуля)	
9.	Учебно-методическое, информационное и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)	
	Приложения:	
1)	Сведения об изменениях в рабочей программе дисциплины (модуля)	

