

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет
имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации
(ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России)**

Медико-биологический факультет

«УТВЕРЖДАЮ»

Декан медико-биологического
факультета
д-р биол. наук, проф.

_____ Е.Б. Прохорчук

«28» июня 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б.1.О.28 «МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ»

для образовательной программы высшего образования -
программы специалитета
по специальности

06.05.02 Фундаментальная и прикладная биология
специализация: Биомедицина

Москва 2023 г.

Настоящая рабочая программа дисциплины Б.1.О.28 «Молекулярная биология» (Далее – рабочая программа дисциплины) является частью программы специалитета по специальности 06.05.02 Фундаментальная и прикладная биология.

Специализация образовательной программы: Биомедицина.

Форма обучения: очная.

Рабочая программа дисциплины подготовлена на кафедре молекулярной биологии и медицинской биотехнологии МБФ (далее – кафедра) ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России авторским коллективом под руководством заведующего кафедрой Прохорчука Егора Борисовича, член-корр. РАН, доктора биологических наук, профессора.

Составители:

№ п/п	Фамилия, Имя, Отчество	Ученая степень, ученое звание	Занимаемая должность	Основное место работы	Подпись
1.	Британова Ольга Владимировна	к.б.н.	Вед.науч. сотр	ИБХ РАН	
2.	Мерзляк Екатерина Марковна	к.б.н.	Ст. науч. сотр.	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России, Институт Трансляционной медицины	

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры (Протокол № 9 от «15» июня 2023 г.).

Рабочая программа дисциплины рекомендована к утверждению рецензентами:

№ п/п	Фамилия, Имя, Отчество	Ученая степень, ученое звание	Занимаемая должность	Основное место работы	Подпись
1.	Лагунин Алексей Александрович	д-р биол. наук, проф.	Зав. кафедрой биоинформатики МБФ	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России	

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена советом медико-биологического факультета, протокол № 7 от «28» июня 2023 г.

Нормативно-правовые основы разработки и реализации рабочей программы дисциплины:

1) Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по специальности 06.05.02 Фундаментальная и прикладная биология, утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от «27» июля 2021 г. №675 (далее – ФГОС ВО (3++)).

2) Общая характеристика образовательной программы.

3) Учебный план образовательной программы.

4) Устав и локальные акты Университета.

1. Общие положения

1.1. Цель и задачи освоения дисциплины

1.1.1. Целью освоения дисциплины «Молекулярная биология» является ознакомить студентов с современным состоянием науки «Молекулярная биология», дать им знания о фундаментальных понятиях молекулярной биологии и их значении для медицины, воспитать у них навыки анализа медико-биологические социально-значимые проблемы с точки зрения лежащих в их основе молекулярных процессов, способность использовать на практике методы молекулярно-биологических исследований, сформировать у студентов современное естественно-научное мировоззрение на основе знания механизмов передачи и реализации генетической информации для дальнейшего проведения лечебно-диагностической, медико-просветительской, научно-исследовательской, научно-методической, педагогической деятельности с целью сохранения и обеспечения здоровья населения, улучшения его качества.

1.1.2. Задачи, решаемые в ходе освоения программы дисциплины:

- приобретение студентами знаний в области фундаментальной и прикладной молекулярной биологии;
- формирование у студентов представлений о патологических состояниях как результате нарушения молекулярных механизмов внутриклеточных процессов;
- ознакомление студентов с основными технологиями структурного и функционального анализа биополимеров, включая компьютерные программы и алгоритмы исследования нуклеотидных и белковых последовательностей;
- обучение студентов важнейшим методам молекулярной биологии и геномной инженерии, позволяющим проводить основные этапы молекулярной диагностики;
- формирование навыков изучения и анализа научной и практической медицинской и медико-биологической литературы.

1.2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Б.1.О.28 «Молекулярная биология» изучается в 6,7 семестрах и относится к обязательной части Блока Б1 Дисциплины. Является обязательной дисциплиной.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 9 з.е.

Для успешного освоения настоящей дисциплины обучающиеся должны освоить следующие дисциплины: Иностранный язык, Основы клеточной биологии, Общая и неорганическая химия, Органическая химия, Биохимия.

Знания, умения и опыт практической деятельности, приобретенные при освоении настоящей дисциплины, необходимы для успешного освоения дисциплин: Персонализированная медицина, Системная биология, Медицинская генетика, Медицинская биоинформатика и функциональная геномика, а также прохождения Преддипломной практики, НИР и выполнения выпускной квалификационной работы.

1.3. Планируемые результаты освоения дисциплины

6, 7 семестры

Код и наименование компетенции		
Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины (уровень сформированности индикатора (компетенции))	
Общепрофессиональные компетенции		
ОПК-1 Способен применять знания разнообразия живых объектов различных уровней организации и умение работать с ними в полевых и лабораторных условиях для решения инновационных задач в сфере инновационной деятельности с привлечением при необходимости методов структурной биологии, биоинформатики, математического и молекулярного моделирования		
ОПК-1.ИД1 применять знания разнообразия живых объектов различных уровней организации в своей профессиональной деятельности	Знать:	Базовые основы молекулярной биологии, основные факты, концепции, принципы и теории, связанные с молекулярными процессами, происходящими в клетке
	Уметь:	Пользоваться научной литературой, обобщать и систематизировать научную информацию, производить поиск необходимых сведений с помощью специализированных баз данных.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	Аннотировать нуклеотидную или аминокислотную последовательность по фрагменту; подготовить доклад по опубликованной научной статье; сформулировать основные цели и задачи исследования, рассказать о методах использованных в работе
ОПК-1.ИД2 Умеет работать с биологическими объектами разных уровней организации в лабораторных и полевых условиях уровней организации в лабораторных и полевых условиях	Знать:	Основные понятия и принципы молекулярной биологии, а также структуру макромолекул, принципы и механизмы их воспроизведения, сохранения и функционирования
	Уметь:	Анализировать молекулярно-биологические процессы на основе знания принципов и механизмов функционирования важнейших макромолекул. Воспроизводить основные молекулярно-биологические методы исследования для решения задач медико-биологических исследований
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	Владеть методическими навыками для изучения природы и механизмов молекулярно-биологических процессов
ОПК-1.ИД3 Использует при необходимости методы структурной биологии, биоинформатики, математического и молекулярного моделирования	Знать:	Основные методы молекулярной биологии и биоинформатического анализа
	Уметь:	Формулировать цели и задачи исследования, выбирать оптимальные пути и методы для их достижения в области молекулярной биологии
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	Работы с оборудованием, используемым в исследованиях в области молекулярной биологии.
ОПК-2 Способен планировать и проводить биологические эксперименты, используя современное оборудование, включая физико-химические методы структурной биологии, молекулярного моделирования, биоинформатики, другие информационные технологии и базы данных, соблюдать правила биоэтики, безопасности экспериментальной работы и требования информационной безопасности		
ОПК-2.ИД1 Планирует и проводит биологические эксперименты, используя современное оборудование	Знать:	Правила техники безопасности при работе в лаборатории. Методы оценки точности и калибровки лабораторного оборудования.
	Уметь:	Использовать различное лабораторное оборудование для решения экспериментальных

		задач. Оценивать результаты измерения и погрешности.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	Навыками работы с лабораторным оборудованием используемом в геномных исследованиях
ОПК-2.ИД3 Соблюдает в своей работе правила биоэтики, безопасности экспериментальной работы и требования информационной безопасности	Знать:	Основные изучаемые проблемы молекулярной биологии и молекулярной медицины
	Уметь:	Выбирать адекватные методы и подходы для изучения молекулярно-биологических процессов и механизмов
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	Решение теоретических и практических задач в области молекулярной биологии и молекулярной медицины с использованием методологических и информационных ресурсов.
ОПК-3 Способен использовать знание современных теоретических и методических подходов точных и смежных наук для решения междисциплинарных задач в сфере профессиональной деятельности		
ОПК-3.ИД1 Использует знание современных теоретических и методических подходов точных наук для решения междисциплинарных задач в сфере профессиональной деятельности.	Знать:	Основы методологии научного познания
	Уметь:	Умение, используя междисциплинарные системные связи наук, самостоятельно выделять и решать основные мировоззренческие и методологические естественнонаучные и социальные проблемы с целью планирования устойчивого развития
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	Работы с оборудованием, используемым в исследованиях в области молекулярной биологии.
ОПК-8 Способен развивать новые методы и представления в области постгеномных технологий, структурной и синтетической биологии, биоинженерии, молекулярного и математического моделирования, биоинформатики для решения фундаментальных и прикладных проблем биологии и биомедицины		
ОПК-8.ИД1 Участвует в развитии новых методов и представлений в области постгеномных технологий, структурной и синтетической биологии для решения фундаментальных и прикладных проблем биологии и биомедицины	Знать:	Основные подходы и приемы геномной и клеточной инженерии; ДНК-диагностики, основы создания адресно направленных лекарств и диагностических средств
	Уметь:	Воспроизводить базовые биотехнологические методы
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	Работы с современными технологиями в области медицинской биотехнологии и нанобиотехнологии для внедрения в практику новых биотехнологических методов, основанных на современных подходах.
Профессиональные компетенции		
ПК-2. Способен проводить научные исследования в области молекулярной и клеточной биологии, молекулярной медицины		
ПК-2.ИД1 – Собирает и обрабатывает научную и научно-техническую информацию, в результате чего формулирует проверяемые гипотезы в области молекулярной и клеточной биологии, молекулярной медицины.	Знать:	Основные виды научной, научно-практической и аналитической информации в области молекулярной биологии, геномики и молекулярной медицины
	Уметь:	Приобретать новые знания в области молекулярной биологии, используя современные информационные технологии
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	Составлять аналитические обзоры на основе данных из различных источников научной, научно-практической и аналитической информации в области молекулярной биологии. Формулировать выводы из массива современных знаний и гипотезы, объясняющие механизмы

		функционирования важнейших макромолекул.
ПК-2.ИД2 – Проводит исследования, наблюдения, эксперименты, измерения для проверки гипотез в области молекулярной и клеточной биологии, молекулярной медицины.	Знать:	Основы системного подхода для изучения молекулярно-биологических процессов, проходящих в клетке
	Уметь:	Использовать теоретические и методические знания в области молекулярной биологии для установления функциональных и структурных связей между элементами биологических систем
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	Изучения молекулярно-биологических процессов в клетке, опираясь на комплекс экспериментальных, естественнонаучных и статистических методов
ПК-2.ИД3 – Формулирует выводы по итогам исследований, наблюдений, экспериментов, измерений в области молекулярной и клеточной биологии, молекулярной медицины.	Знать:	Основные виды научной, научно-практической и аналитической информации в области молекулярной биологии
	Уметь:	Анализировать источники научной, научно-практической и аналитической информации
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	Аналитической работы с различными источниками научной, научно-практической и аналитической информации в области молекулярной биологии, а также навыками поэтапного планирования исследования, документирования и анализа полученных результатов
ПК-3. Способен планировать и реализовывать проведение научных исследований в области биомедицинских исследований		
ПК-3.ИД-1 Распределяет задачи в рамках исследовательского проекта формирует план научного эксперимента	Знать:	Основные изучаемые проблемы молекулярной биологии и молекулярной медицины
	Уметь:	Формулировать цели и задачи исследования, выбирать оптимальные пути и методы для их достижения в области молекулярной биологии
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	Аналитической работы с различными источниками научной, научно-практической и аналитической информации в области молекулярной биологии, а также навыками поэтапного планирования исследования, документирования и анализа полученных результатов
ПК-5. Способен разрабатывать и выполнять клинические лабораторные исследования с использованием новейших образцов технологического оборудования, технологических процессов и технологий.		
ПК-5. ИД1 – Проводит работы по внедрению новых методов клинических лабораторных исследований и медицинских изделий.	Знать:	Методы геномных исследований, позволяющие проводить основные этапы молекулярной диагностики.
	Уметь:	Предложить адекватный выбор набора молекулярно-генетических исследований для установления и (или) уточнения диагноза врожденного и (или) наследственного заболевания
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	Владеть методическими навыками составления плана обследования и интерпретации данных геномного анализа для оценки наследственных факторов в патогенез заболевания человека.

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

Учебные занятия									
Контактная работа обучающихся с преподавателем в семестре (КР), в т.ч.:		156					78	78	
Лекционное занятие (ЛЗ)		48					24	24	
Семинарское занятие (СЗ)									
Практическое занятие (ПЗ)									
Практикум (П)									
Лабораторно-практическое занятие (ЛПЗ)		99					51	48	
Лабораторная работа (ЛР)									
Клинико-практические занятия (КПЗ)									
Специализированное занятие (СПЗ)									
Комбинированное занятие (КЗ)									
Коллоквиум (К)		9					3	6	
Контрольная работа (КР)									
Итоговое занятие (ИЗ)									
Групповая консультация (ГК)									
Конференция (Конф.)									
Иные виды занятий									
Самостоятельная работа обучающихся в семестре (СРО), в т.ч.		132					66	66	
Подготовка к учебным аудиторным занятиям		132					66	66	
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.:		9						9	
Зачёт (З)									
Защита курсовой работы (ЗКР)									
Экзамен (Э)		9						9	
Самостоятельная работа обучающихся при подготовке к промежуточной аттестации (СРПА), в т.ч.									
Подготовка к экзамену		27						27	
Общая трудоемкость дисциплины (ОТД)	в часах: ОТД = КР+СРС+КРПА+СРПА	324					144	180	
	в зачетных единицах: ОТД (в часах):36	9					4	5	

3. Содержание дисциплины

3.1. Содержание разделов, тем дисциплины

№ п/п	Шифр компетенции	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
1	2	3	4
Раздел 1. Нуклеиновые кислоты			
1.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-8, ПК-2, ПК-3, ПК-5	Тема 1. Введение в молекулярную биологию.	Молекулярная биология, ее характеристика как науки, занимающейся исследованием биополимеров, их компонентов и комплексов, структуры и функции генов и геномов. Задачи молекулярной биологии: познание основных закономерностей жизнедеятельности. Фундаментальное и прикладное значение молекулярной биологии в медицине. Задачи молекулярной биологии: познание основных закономерностей жизнедеятельности исходя из структуры макромолекул. Белки и нуклеиновые кислоты. Общее понятие об их функциях. ДНК как генетический материал. Природа генетической информации. Догма молекулярной биологии. Воспроизведение и сохранение ДНК в ряду поколений - репликация и репарация. Появление молекулярной биологии, как самостоятельного раздела биологии; становление, основные вехи за последние 70 лет. Крупномасштабные проекты. Исследование функций генов, их регуляция. Сравнительная геномика, эволюция генома. Ядерный геном и геном органелл.
		Тема 2. Структура нуклеиновых кислот (отличие ДНК и РНК).	Первичная структура нуклеиновых кислот. Нуклеотиды – мономеры нуклеиновых кислот. Пуриновые и пиримидиновые основания; кето-енольная таутомерия. Сахарный компонент нуклеотида; C'2-эндо- и C'3-эндо-конфигурации пентоз. Нуклеозиды; N-гликозидная связь, син- и анти-конформации. Нуклеотиды – фосфорные эфиры нуклеозидов. Различные типы нуклеотидов: нуклеозид-5' (или 3')-монофосфаты; дифосфаты; трифосфаты. Макроэргические связи между альфа- и бета-фосфатами, между бета- и гамма-фосфатами. Нейтрализация отрицательно заряженных фосфатных групп ионами металлов. Межнуклеотидные 5'-3'- фосфодиэфирные связи. Полярность линейной связи. Строение полинуклеотидной цепи как неразветвленного полимера. Энзиматическая деградация нуклеиновых кислот. Экзонуклеазы и эндонуклеазы. ДНКазы и РНКазы. Макромолекулярная структура ДНК. Двойная спираль Уотсона – Крика. Принцип комплементарности и его биологическое значение. Реализация водородных связей и гидрофобных взаимодействий. Антипараллельные цепи с идентичным информационным содержанием. Регулярность структуры и кооперативность. Спирализация. Параметры спирали. Правоспиральные В- и А- формы ДНК; конформации углеводного остатка и нуклеозида в них. Левоспиральная Z-форма ДНК; перемежающиеся конформации углеводных остатков и нуклеозидов. Условия взаимопереходов между разными формами ДНК. Жесткость молекулы ДНК. Макромолекулярная структура РНК. Одноцепочечность РНК. Спирализация в РНК (вторичная структура). Внутрицепочечные комплементарные взаимодействия. 3'-эндо-конформация рибозы. А-форма спирали РНК. Длина и количество спиральных участков. Неканонические типы спаривания оснований. Петли, дефекты и внутренние петли шпилек РНК. Расчет вероятности шпилькообразования по минимальной свободной энергии. Филогенетический анализ вторичной структуры РНК. Третичная структура одноцепочечных РНК. Взаимодействие между спиральными

			участками. Структурные домены в РНК. Рентгеноструктурный анализ тРНК. Максимальный стэкинг. Третичные взаимодействия. Стабилизация ионами двухвалентных металлов. Вторичная структура рибосомных РНК.
		Тема 3. Методы секвенирования	Химическое секвенирование метод Максама-Гилберта. Энизиматическое секвенирование по Сенгеру. NGS (секвенирование нового поколения) пиросеквенирование, на платформе Illumina, нанопоровое секвенирование, pH-индуцированное секвенирование.
Раздел 2. Структура хроматина			
2.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-8, ПК-2, ПК-3, ПК-5	Тема 4. Структура хроматина	Уровни организации хроматина. Понятие эу- и гетеро-хроматина. Структура нуклеосомы, гистоновые белки. Вариативные гистоны. Негистоновые белки. Доменно-петлевая структура. Архитектурные белки. 3-d геномика. Хромосомные территории. Ремоделинг хроматина.
Раздел 3. Геномы			
3.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-8, ПК-2, ПК-3, ПК-5	Тема 5. Геномы	Особенности организации геномов: прокариот (оперонная структура), архей, эукариот (мобильные элементы, транспозоны), вирусные геномы (ДНК, РНК – содержащие). Сравнение геномов. Горизонтальный перенос генов. Подходы к аннотированию геномов: базы данных, программы.
		Тема 6. Метагеномы	Метагеномика. Реконструирование микробиотической популяции с использованием маркерных генов. Крупные метагеномные проекты. Восстановление биохимических путей для малоизученных видов.
Раздел 4. Сохранение ДНК в ряду поколений и подходы к изучению ДНК			
5.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-8, ПК-2, ПК-3, ПК-5	Тема 7. Репликация	Репликация ДНК – основа размножения живых организмов, передачи наследственных свойств из поколения в поколение и развития многоклеточного организма из зиготы. Опыты Мезельсон-Сталь – доказательство полуконсервативного синтеза ДНК. Единица репликации – репликон. Единственный репликон бактерий и множество репликонов эукариот. Контроль репликации на уровне инициации. Размеры репликонов. Полуконсервативный механизм репликации. Точка начала репликации – участок связывания инициаторного белка. Ori C <i>E.coli</i>. ARS дрожжей. Репликативная вилка. Одно- и двунаправленная репликация. Дихотомическая репликация у бактерий. Репликация кольцевых двунитевых ДНК по схеме Кэрнса по типу «катящегося кольца», «разматывающегося рулона» и «D-петли». Принципы репликации ДНК. ДНК-полимеразы. Корректирующая 3'-5' экзонуклеазная активность ДНК-полимераз. Праймазы. Хеликазы. Дестабилизирующие белки. Участие топоизомераз. Прерывистый синтез ДНК. Ассиметрия репликационной вилки. Фрагменты Оказаки. ДНК-полимеразы <i>E.coli</i> – I (фермент Корнберга), II и III. Функции ДНК-полимераз в клетке <i>E.coli</i>. Детальная картина синтеза ДНК в репликативной вилке <i>E.coli</i>. Механизм обеспечения согласованного синтеза ведущей и отстающей цепи. Реплисома. Совместное действие ДНК-полимеразы I и РНКазы H. ДНК-лигаза и механизмы ее действия. Инициация репликации у <i>E.coli</i>. Репликация ДНК у эукариот. Пять эукариотических ДНК-полимераз. Ядерные альфа, бета-, дельта- и эпсилон-ДНК-полимеразы. Митохондриальная гамма-ДНК-полимераза. Высокопроцессивные репликазы ведущей (бета, эпсилон) и запаздывающей цепи (альфа). Связывание ДНК-полимеразы дельта с ядерным антигеном пролиферирующих клеток

			(PCNA). Проблема репликации концов линейных ДНК хромосом (теломер). Построение теломер из коротких G-богатых повторов. Теломераза.
	Тема 8. Полимеразная цепная реакция		Метод ПЦР, ПЦР в реальном времени (с использованием интеркалирующих флуорофоров, TaqMan проб, scorpion – проб), анализ дифференциальной экспрессии генов, различные варианты ПЦР для диагностики наследственных заболеваний, мутаций возникающих при онкологических заболеваниях.
	Тема 9. Генная инженерия		Основные понятия генной инженерии: клонирование, трансформация, вектор. Основные свойства векторов, используемых в генной инженерии. Векторы замещения. Инсерционные векторы. Структуры коммерческих векторов. Участок <i>ori</i>, селективные маркеры, полилинкер. Система модификации-рестрикции бактерий. Рестриктазы второго типа. Изошизомеры. Другие ферменты, используемые в генной инженерии: ДНК-лигазы, ДНК-полимеразы, полинуклеотидкиназа фага T4, фосфатазы. Способы встраивания чужеродной ДНК в вектор. Геномные клонотеки. Представительность клонотеки, минимальное число анализируемых клонов. Анализ нуклеиновых кислот с помощью электрофореза. Разрешающая способность геля. Агарозные и акриламидные гели. Методы визуализации нуклеиновых кислот в геле. Конформация молекул нуклеиновой кислоты при электрофорезе. Денатурирующий электрофорез. Капиллярный электрофорез. Импульс-электрофорез. Плавление ДНК. Температура плавления, интервал плавления. Гибридизация. Примеры «+» и «-»-гибридизации. Мембраны для иммобилизации нуклеиновых кислот. Получение ДНК- и РНК- зондов для гибридизации, Саузерн- и Нозерн-гибридизация. Использование изотопов и флюоресцентных красителей. Создание геномных клонотек, покрывающих геном. Скрининг геномных клонотек.
	Тема 10. Репарация.		Репарация ДНК – механизм исправления повреждений в ней. Типы повреждающих изменений в ДНК (точковые мутации, структурные нарушения) и их последствия. Универсальность принципов репарации у про- и эукариот. Эффективность систем репарации. Некоторые типы спонтанных и индуцируемых повреждений ДНК и их прямой реактивации. Эксцизионная репарация. Репарация повреждений, заметно нарушающих вторичную структуру. Эффективность систем репарации. Check-points, проверка на повреждении ДНК в разных точках клеточного цикла. ATM: чувствительность к двуцепочечным разрывам. Механизмы репарации: direct reversal of DNA damage, MMR, NER, BER, NHEJ, HR. Зависящая от метилирования метилазой <i>dam</i> репарация дочерней цепи; действие продуктов генов <i>mut HLS</i> только на полуметилированную ДНК. Репарация, зависящая от одноцепочечных разрывов или брешей.
	Тема 11. Рекомбинация		Обеспечение генетической изменчивости. Типы рекомбинации. 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. Общая модель кроссинговера (модель Холидея). Резолвазы и белки, осуществляющие миграцию ветвления. Конверсия гена – коррекция гетеродуплекса по типу эксцизионной репарации. Общая рекомбинация у <i>E.coli</i>. Генетический контроль и молекулярный механизм. Функция главного рекомбинационного белка Rec A (продукт гена <i>rec A</i>). Основной путь рекомбинации у <i>E.coli</i>. Роль гомологичной рекомбинации. Мейотическая рекомбинация в профазе первого деления. Синаптонемный комплекс. Биологическое значение гомологичной рекомбинации. Рекомбинационная репарация. Вклад в генетическую изменчивость путем перекомбинации генов. Перестройки хромосом (в первую очередь дупликации) за счет эктопической рекомбинации. Возникновение новых генов за счет дивергенции. Мультигенные семейства. Онтогенетические перестройки генетического материала, участвующие в регуляции работы генов. Специализированные системы гомологичной рекомбинации. Сайт-специфическая рекомбинация. Участие сайт-специфичных изомераз типа I. Единственный случай сайт-специфической рекомбинации у многоклеточных животных – перестройки в иммуноглобулиновых ДНК у позвоночных, приводящие к перестройкам в ДНК. Другие типы рекомбинации без гомологии. Транспозиции: перемещение подвижных генетических элементов, содержащих гены транспозазы, в ДНК-мишени. Незаконная рекомбинация: соединение разорванных концов негомологичных молекул ДНК. Структурная организация некоторых подвижных элементов: IS-элементы и транспозоны, ретротранспозоны. Их повсеместная распространенность среди всех систематических групп живого мира. Их участие в инактивации и изменении активности генов, в «горизонтальном» переносе генов, в хромосомных перестройках. Общая схема рекомбинации при транспозициях. Основные механизмы транспозиций: репликативная транспозиция, перемещение ретротранспозонов.
		Тема 12. Формирование Т и В-клеточных рецепторов	Организация генного локуса. VDJ-рекомбинация. Ферменты, участвующие в формировании TCR и BCR. Смена изотипов при созревании В-клеток. Явление соматических гипермутаций в структуре BCR. Связывание с молекулой мишени. Особенности формирования клеточных рецепторов у птиц. Генная конверсия.
Раздел V. Транскрипция			
11.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-8, ПК-2, ПК-3, ПК-5	Тема 13. Экспрессия генов.	Транскрипция как основа регуляции экспрессии генов. Матричный синтез РНК. Стадии транскрипции: инициация, элонгация и терминация. РНК-полимераза – основной фермент транскрипции. Синтез предшественников мРНК, рРНК, тРНК и малых ядерных РНК (мя РНК). Судьба РНК в клетках прокариот и эукариот. Транскрипция у эубактерий. Понятие оперонов и полицистронных мРНК. Строение РНК-полимеразы эубактерий. Понятия «полного» и «соге» фермента. Семейство сигма-субъединиц РНК-полимеразы прокариот. Промотор и терминатор транскрипции. Примеры регуляции активности генов с использованием набора сигма-субъединиц. Структура промоторов: области нуклеотидов (–35) и (–10). Структура терминаторов. Инициация транскрипции: этапы. Понятие абортного синтеза. Оперон как способ регуляции транскрипции. Примеры

		оперонов: оперон рРНК, опероны рибосомных белков и «лишние» гены в составе этих оперонов. Регуляция активности генов <i>E.coli</i>, утилизирующих лактозу. Лас-оперон <i>E.coli</i>. Схема Жакоба-Моно. Понятия “репрессор”, “активатор”, “оператор”. Способы изменения активности репрессоров и активаторов. Примеры регуляции активности оперонов на стадии инициации. Факторы, действующие на значительном расстоянии. Сопряжение транскрипции и трансляции. Понятие «аттенюации». Элонгация: факторы элонгации. Понятие «паузы элонгации». Терминация: р - зависимая и р -независимая. Транскрипция у эукариот. Транскрипционная активность гетеро- и эухроматина. Созревание РНК и транспорт РНК из ядра в цитоплазму. РНК-полимеразы клеток эукариот. Функции РНК-полимераз I, II и III в клетке. Субъединичный состав РНК-полимераз I, II и III. Общие субъединицы. Промоторы РНК-полимеразы II. Типы промоторов, особенности их строения. Понятие: «основные факторы инициации» транскрипции. Основные факторы инициации транскрипции РНК-полимеразы II. Этапы инициации транскрипции на примере РНК-полимеразы II. Взаимодействие основных факторов транскрипции при инициации. Дополнительные факторы инициации, места связывания факторов транскрипции. Удаленные места связывания факторов. Способы изменения активности факторов. Транскрипционная активность гена есть результат взаимодействия активаторов и ингибиторов транскрипции. Особенности регуляции транскрипции в многоклеточных организмах. Гены «домашнего хозяйства». Элонгация. Факторы элонгации. Терминация транскрипции. Примеры нарушения регуляции транскрипции генов в многоклеточных организмах. Постановка задачи об изучении регуляции транскрипции на уровне целой клетки. Современные подходы к ее решению. Нонсенс-опосредованный распад РНК.
	Тема 14. Процессинг первичных транскриптов. РНК-мир.	Процессинг мРНК эукариот из гетерогенной ядерной РНК (гяРНК). Кэпирование 5'-концевой области: повышение эффективности трансляции и защита транскрипта от деградации. Строение «кэпа». Расщепление и полиаденилирование 3'- области. Сигнал полиаденилирования. ПолиА-полимераза- фермент расщепления и полиаденилирования. Деградация 3'-концевой области. Значение полиаденилирования для стабилизации транскрипта и его транспорта в цитоплазму. Регуляция экспрессии гена на стадии процессинга 3'-конца: наличие нескольких сигналов полиаденилирования. Процессинг 3'-конца транскриптов гистоновых генов с участием U7РНК. Альтернативный сплайсинг. Экзон-интронное строение кодирующей области предшественника мРНК эукариот. Сплайсинг экзонов. Правило сплайсинга. Фенилкетонурия и талассемия как результат нарушения сплайсинга. Механизм сплайсинга с образованием лассо-интрона. Сплайс(е)осома. Участие РНК-полимеразы II в процессинге гяРНК в ядре; ферменты кэпирования и полиаденилирования как факторы элонгации. Высокая скорость распада гяРНК в ядре; присоединение РНК-связывающих белков и мяРНК. Механизм сплайсинга с участием нескольких мяРНК; пространственная структура взаимодействующих участков РНК обеспечивает катализ разрыва – воссоединения связей. Экспорт мРНК в цитоплазму после завершения сплайсинга. 5'-нетранслируемая лидерная

			область, открытая рамка считывания и 3'-нетранслируемая область зрелой мРНК. Значение нетранслируемых областей мРНК: присутствие регуляторных элементов матричной активности; определение времени жизни мРНК и ее внутриклеточной локализации. Регуляция экспрессии генов путем альтернативного сплайсинга. Образование тканеспецифических изоформ белка. Экономичное использование РНК-предшественника. Включение и выключение генов. Регулируемый белками каскад процессов альтернативного сплайсинга, определяющий становление пола у дрозофил. Интроны как предшественники мРНК. Пересмотр понятия «один ген – один белок». Современное определение гена. Экзон-интронное строение кодирующей области предшественника мРНК эукариот. Сплайсинг экзонов. Правило сплайсинга. Фенилкетонурия и талассемия как результат нарушения сплайсинга. Механизм сплайсинга с образованием лассо-интрона. Сплайс(е)осома. Участие РНК-полимеразы II в процессинге гяРНК в ядре; ферменты экзирования и полиаденилирования как факторы элонгации. Высокая скорость распада гяРНК в ядре; присоединение РНК-связывающих белков и мРНК. Механизм сплайсинга с участием нескольких мРНК; пространственная структура взаимодействующих участков РНК обеспечивает катализ разрыва – воссоединения связей. Экспорт мРНК в цитоплазму после завершения сплайсинга. 5'-нетранслируемая лидерная область, открытая рамка считывания и 3'-нетранслируемая область зрелой мРНК. Значение нетранслируемых областей мРНК: присутствие регуляторных элементов матричной активности; определение времени жизни мРНК и ее внутриклеточной локализации. Регуляция экспрессии генов путем альтернативного сплайсинга. Образование тканеспецифических изоформ белка. Экономичное использование РНК-предшественника. Включение и выключение генов. Регулируемый белками каскад процессов альтернативного сплайсинга, определяющий становление пола у дрозофил. Интроны как предшественники мРНК. Пересмотр понятия «один ген – один белок». Современное определение гена. Транссплайсинг фрагментов РНК, синтезированных на разных генах. Минизэкзоны трипаносом и нематод. Механизм транссплайсинга с участием Y-интермедиата. Редактирование РНК. Некоторые типы редактирования РНК. Разрезание и подравнивание рРНК и тРНК бактерий; участие рибозима. Процессинг рРНК эукариот - метилирование рибозы, образование рибонуклеопротеида, расщепление по концам спейсеров. Обнаружение интрона в 28S-рРНК инфузории; сплайсинг. Механизм самосплайсинга; интрон как рибозим. Созревание тРНК эукариот: процессинг как у прокариот, самосплайсинг. Посттранскрипционное изменение последовательности РНК. Системы дезаминирования цитозина и аденина у эукариот. Редактирование митохондриальных и хлоропластных транскриптов растений. Редактирование у трипаносоматид.
		Тема 15. РНК-мир.	Методы исследования транскриптома. Полноэкзомное секвенирование. Разнообразные функции РНК: структурные, каталитические, регуляторные, адаптерные. Малые ядерные РНК, длинные некодирующие, участие в регуляции экспрессии генов. РНК-интерференция. Малые интерферирующие РНК и микроРНК.
Раздел 6. Трансляция, структура белка, посттрансляционные модификации			
14.	ОПК-1,	Тема 16. Генетический	Биосинтез белков как наиболее сложный и энергоемкий

	ОПК-2, ОПК-3, ОПК-8, ПК-2, ПК-3, ПК-5	код. Трансляция.	процесс реализации генетической информации, протекающий с высокой скоростью и точностью. Генетический код. Понятие кодона. Триплетность, вырожденность, неперекрываемость кода без запятых. Установление «универсального» кодового словаря (бактерии, цитоплазма эукариот). Терминаторные кодоны. Семьи кодонов. Различия между «универсальным» и митохондриальными генетическими кодами. Особенности митохондриального кода млекопитающих, дрозофилы, дрожжей, растений. Краткая характеристика митохондриальных геномов. Транспортные РНК. Понятие антикодона тРНК. Его расположение во вторичной и третичной структуре тРНК. Кодон-антикодоновые взаимодействия. Стереохимия кодон-антикодонового комплементарного комплекса. Минорные нуклеотиды тРНК. Гипотеза нестрогого соответствия Крика: неоднозначное спаривание первого нуклеотида антикодона с третьим нуклеотидом кодона. Понятие трансляции. Транспортные РНК. Адапторная гипотеза Крика и ее доказательство. Изоакцепторные тРНК. Структура тРНК. Первичная структура: длина цепей, 3'-конец, «минорные» нуклеотиды, консервативные участки; вторичная структура: «клеверный лист», двуспиральные и односпиральные участки, каноническое и неканоническое спаривание оснований. Третичная структура: L-форма, влияние комплексообразования с аминоксил-тРНК-синтетазой. Дорибосомный этап белкового синтеза. Реакции аминокислотирования тРНК. Аминокислот-тРНК-синтетазы: специфичность, разнообразие, субъединичная структура. Особенности эукариотических синтетаз. Специфичность аминокислотирования тРНК по отношению к аминокислоте и по отношению к тРНК. Структурная комплементарность тРНК и аминокислот-тРНК-синтетаз. Рибосомный этап трансляции. Стадии трансляции: инициация, элонгация и терминация. Последовательное считывание мРНК рибосомами. Полирибосомы. Рабочий (элонгационный) цикл рибосомы. Структура рибосомы. Прокариотический и эукариотический типы рибосом. Рибосомы митохондрий и хлоропластов. Рибосомные РНК. Значение рибосомной РНК. Виды рибосомных РНК. Рибосомные белки. Функциональные активности и функциональные участки рибосом. Элонгационный цикл рибосомы. Участие фактора элонгации в связывании тРНК. Последовательность событий и молекулярные механизмы: перебор тРНК. Транспептидация. Транслокация. Участие фактора элонгации в транслокации. Пре- и посттранслокационное состояние рибосомы. Передвижение матрицы при транслокации. Модель динамической работы рибосомы в элонгационном цикле. Инициация трансляции. Иницирующие кодоны и их положение в мРНК про- и эукариот. Инициаторные тРНК и инициаторы трансляции. Белковые факторы инициации. Последовательность событий в процессе инициации у прокариот. Инициация трансляции у эукариот.
		Тема 17. Трансляция	Элонгация трансляции (факторы). Рост полипептидной цепи. Терминация трансляции. Про- и эукариотические белковые факторы терминации. Регуляция трансляции у прокариот. Регуляция трансляции у эукариот на стадии инициации. РНК-интерференция. Малые интерферирующие РНК и микроРНК. Взаимодействие рибосомы и растущего пептида с мембраной. Котрансляционный фолдинг. Участие шаперонов и

			гликохилирования в правильном сварачивании полипептидной цепи.
		Тема 18. Структура белка.	Первичная, вторичная, третичная и четвертичная структура. Особенности пептидной связи. Полипептидная цепь. Аминокислоты и их свойства. α – слои, β – складчатость. Доменная организация белковых молекул. Связь укладки с функцией белка. Первичная структура как уровень организации белка. Значение изучения первичной структуры белков для решения проблем эволюции и систематики организмов. Вторичная структура белка. Структурные особенности пептидной связи, определяющие формирование регулярной вторичной структуры. Стерические ограничения и вторичная структура пептидной связи. Виды регулярной вторичной структуры. Третичная структура белков. Стабильность пространственной структуры белка. Наличие гидрофобных ядер и полярной оболочки. Доменная структура белков. Образование третичной структуры белка из элементов вторичной структуры. Топология полипептидных цепей в белках и классификация пространственных структур. Соотношение между пространственной структурой белка и аминокислотной последовательностью. Схематическое представление пространственной структуры белка. Трехмерная структура некоторых белковых модулей (доменов). Особенности структуры мембранных белков. Фибриллярные белковые структуры. Четвертичная структура белка. Структурная организация контактов между субъединицами. Самоорганизация пространственной структуры белковых молекул. Ренатурация белка <i>in vitro</i>. Предопределенность пространственной структуры белка его аминокислотной последовательностью. Сворачивание полипептидной цепи в нативную конформацию. Этапы пространственной сборки белка <i>in vivo</i>.
		Тема 19. Посттрансляционные модификации.	Котрансляционные модификации белка: деформилирование, диметионилирование, отщепление N-концевой последовательности, тиол-дисульфидный обмен (образование дисульфидных связей), N-гликозилирование, гидроксилирование. Роль гликозилирования в фолдинге белка и активности ферментов. Убиквитинилирование и сумоилирование белков. Время полужизни белка. Работа протеосомы. Липидирование белков, участие в везикулярном транспорте. Транспорт белков в различные компартменты эукариотической клетки. Методические подходы для изучения транспорта белков в различные компартменты клетки. Сигнальная гипотеза транспорта белков в клетке. Метилирование и ацетилирование. Репрессия и активация хроматина.
Раздел 8. Механизмы реализации генетической информации на уровне генома			
18.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-8, ПК-2, ПК-3, ПК-5	Тема 20. Редактирование генома	Система рестрикции-модификации у эубактерий. Ее значение для уничтожения чужеродной ДНК. Системы рестрикции трех типов. Борьба бактериофагов с системами рестрикции хозяина. Методы редактирования генома: TALEN, Zn-finger, CRISPR. Механизмы этих процессов. Задачи, которые могут быть решены с помощью метода геномного редактирования, в чем состоят опасности применения этих методов.
		Тема 21. Эпигенетика	Консенсусное определение эпигенетики как науки о стабильно наследуемом фенотипе, возникающем в результате изменения в хромосомах без изменений последовательности ДНК. Три краеугольных эпигенетических механизма: метилирование ДНК, модификация гистонов и РНК-интерференция. Механизм метилирования ДНК. Метилирование CpG-динуклеотидов.

			ДНК-метилтрансферазы. CpG-островки и их характеристики. Роль метилирования ДНК в регуляции биологических процессов. Механизмы инактивации гена в результате метилирования промоторного и регуляторных районов. Метилсвязывающие белки. Характеристики эу- и гетерохроматина. Гистоновые белки. Гистоновый код – набор модификаций N-концевых областей гистоновых белков, определяющий функциональное состояние гена. Лизиновые метилтрансферазы гистоновых белков. Метилирование гистонов H3 и H4 по остаткам лизина – основная модификация гетерохроматина при крупномасштабной репрессии транскрипции. Метилирование лизина H3K9 как сигнал долговременной негативной регуляции транскрипции. Триметилирование лизина H3K4 – глобальная эпигенетическая метка эухроматина. Метилирование лизина H3K79 - препятствие образования гетерохроматиновых районов. Ацетилирование и деацетилирование гистонов как регуляция активации/инактивации генов. Ацетилазы и деацетилазы гистоновых белков. Метилирование гистонов, опосредованное метилированием ДНК, и метилирование ДНК, опосредованное метилированием гистонов. Эпигенетическая регуляция ранних этапов эмбриогенеза и эмбриональных стволовых клетках. Метилирование и деметилирование в процессе гаметогенеза. Деметилирование ДНК на ранних этапах эмбриогенеза. Фенотипические проявления мутаций ДНК-метилтрансфераз и метилсвязывающих белков. «Бивалентная» структура хроматина в промоторных районах высоко консервативных генов – «низкий старт» для генов, участвующих в процессах дифференцировки эмбриональных стволовых клеток. Фенотипические проявления мутаций гистоновых метилтрансфераз, гистоновых ацетилтрансфераз и деацетилтрансфераз и генов, вовлеченных в ремоделинг хроматина. Заболевания, связанные с регуляцией хроматина. Эпигенетическое репрограммирование в цикле развития млекопитающих. Эпигенетика репрограммирования соматических клеток <i>in vitro</i>. РНК-интерференция в ядре. Метилирование CpG-островков промоторных районов генов посредством siRNA. Фенотипические проявления мутаций белков, осуществляющих процессинг miRNA. Практическое использование miRNA и siRNA как маркеров патологических процессов и в терапии широко распространенных заболеваний. Антисмысловые олигонуклеотиды для инактивации малых РНК, участвующих в патологических процессах. Геномный импринтинг - эпигенетический механизм регуляции экспрессии гомологичных генов в процессе развития организма в зависимости от родительского происхождения гена, хромосомы или генома. Эпигенотип (импринт). Импринтированный ген. Однородительская дисомия хромосом. Механизмы формирования однородительской дисомии у человека: комплементация гамет, коррекция моносомии до дисомии, соматическая рекомбинация. Характерные черты импринтированных генов: кластеризация, консервативность импринтинга, асинхронность репликации ДНК импринтированных генов, онтогенетическая и тканевая регуляция импринтинга. Импринтированные гены, кодирующие матричные РНК и другие функционально значимые (некодирующие) РНК. Некодирующие РНК импринтированных районов. Некоторые miRNA млекопитающих импринтированы. Характерные черты
--	--	--	--

			центров импринтинга. Модели организации и регуляции импринтированного района. ChIP-seq — метод анализа ДНК-белковых взаимодействий. CHIA-PET – позволяет выявить пространственно удаленные участки хроматина. Hi-C – метод позволяет выявить сближенные участки.
--	--	--	---

3.2. Перечень разделов, тем дисциплины для самостоятельного изучения обучающимися

Тем дисциплины для самостоятельного изучения обучающимися в программе не предусмотрено.

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	Формы проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации ***					
					КП	ОУ	ОП	А	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1 семестр										
		Раздел I. Нуклеиновые кислоты								
1	ЛЗ	Введение в молекулярную биологию.	2	Д	+					
2	ПЗ	Структура нуклеотидов. Расчет температуры плавления ДНК, подбор и температура отжига праймеров.	3	Д Т	+			+		
3	ЛЗ	Структура нуклеиновых кислот (отличие ДНК и РНК).	2	Д	+					
4	ЛПЗ	Выделение препарата нуклеиновых кислот из букального эпителия.	3	Д Т	+	+	+	+	+	
5	ЛЗ	Методы секвенирования.	2	Д	+					
6	К	Текущий рубежный (модульный) контроль по разделу 1.	3	Д Р	+	+	+			
		Раздел II. Структура хроматина. Геномы.								
7	ЛЗ	Структура хроматина	2	Д	+					
8	ПЗ	Обратная транскрипция и ПЦР в реальном времени. Методы обсчета данных ПЦР в реальном времени.	3	Д Т	+	+	+	+		
9	ЛЗ	Геномы	2	Д	+					
10	ЛПЗ	Амплификация Alu-повторов, электрофорез в агарозном геле.	3	Д Т	+			+	+	
11	ЛЗ	Метагеномы	2	Д	+					
12	К	Текущий рубежный (модульный) контроль по разделу 2.	3	Д Р	+	+	+			
		Раздел III. Сохранение ДНК в ряду поколений и подходы к изучению ДНК.								
13	ЛЗ	Репликация	2	Д	+					
14	ЛПЗ	Подключение к серверу. Анализ метагеномных данных.	3	Д Т	+	+	+	+	+	

15	ЛЗ	Полимеразная цепная реакция	2	Д	+					
16	К	Текущий рубежный (модульный) контроль по разделу 3.	3	Д Р	+	+	+			
		Раздел IV. Генная инженерия.								
17	ЛЗ	Генная инженерия.	2	Д	+					
18	ПЗ	Освоение программы SnapGene. Клонирование гена мишени в экспрессионный вектор: рестрикция, лигирование.	3	Д Т	+	+	+	+		
19	ЛЗ	Репарация.	2	Д	+					
20	ЛПЗ	Трансформация бактерий, приготовление компетентных клеток.	3	Д Т	+			+	+	
21	ЛЗ	Рекомбинация.	2	Д	+					
22	ЛПЗ	Выделение белка методом металло-аффинной хроматографии.	3	Д Т	+			+	+	
23	ЛЗ	Формирование Т и В-клеточных рецепторов.	2	Д	+					
24	ЛПЗ	Отчет по лабораторным занятиям. Анализ репертуара Т-клеточных рецепторов.	3	Д Т	+	+	+	+	+	
25	ЛПЗ	Анализ репертуара Т-клеточных рецепторов.	3	Д Т	+	+	+	+	+	
26	ЛПЗ	Анализ репертуара В-клеточных рецепторов.	3	Д Т	+			+	+	
27	ЛПЗ	Анализ репертуара В-клеточных рецепторов.	3	Д Т	+			+	+	
28	ПЗ	Кластерный анализ.	3	Д Т	+	+	+	+		
29	К	Текущий рубежный (модульный) контроль по разделу 4.	3	Д Р	+	+	+			
30	ИЗ	Итоговый контроль по разделам I-IV.	3	Д И	+	+	+			
		Всего часов за семестр:	78 (24/54)							
2 семестр										
		Раздел V. Транскрипция								
31	ЛЗ	Экспрессия генов.	2	Д	+					
32	ЛПЗ	Обработка данных single-cell секвенирования.	3	Д Т	+			+	+	
33	ЛЗ	Процессинг первичных транскриптов. Сплайсинг.	2	Д	+					
34	ЛПЗ	Обработка данных single-cell секвенирования. Представление результатов анализа и обсуждение самостоятельной обработки данных по single-cell.	3	Д Т	+	+	+	+	+	
35	ЛЗ	РНК-мир	2	Д	+					
36	К	Текущий рубежный (модульный) контроль по разделу 5.	3	Д Р	+	+	+			
		Раздел VI. Трансляция, структура белка, посттрансляционные модификации.								
37	ЛЗ	Генетический код. Трансляция.	2	Д	+					
38	ПЗ	Использование компьютерных методов в анализе белковых последовательностей.	3	Д Т	+			+		
39	ЛЗ	Трансляция.	2	Д	+					

40	ПЗ	Использование компьютерных методов в анализе белковых последовательностей.	3	Д Т	+	+	+	+		
41	ЛЗ	Структура белка.	2	Д	+					
42	ЛПЗ	Использование компьютерных методов в анализе белковых последовательностей.	3	Д Т	+			+	+	
43	ЛЗ	Посттрансляционные модификации.	2	Д	+					
44	ПЗ	Семинар по статьям о влиянии ПТМ на функцию белка. Метод ИФА.	3	Д Т	+			+		
45	ЛЗ	Посттрансляционные модификации. Транспорт белков в клетке	2	Д	+					
46	К	Текущий рубежный (модульный) контроль по разделу 6.	3	Д Р	+	+	+			
		Раздел VII. Механизмы реализации генетической информации на уровне генома.								
47	ЛЗ	Редактирование генома.	2	Д	+					
48	ЛПЗ	Получение библиотеки фрагментов гена 16S рРНК для NGS секвенирования.	3	Д Т	+			+	+	
49	ЛЗ	Эпигенетика.	2	Д	+					
50	ЛПЗ	Получение библиотеки фрагментов гена 16S рРНК для NGS секвенирования.	3	Д Т	+			+	+	
51	ЛЗ	Эпигенетика. Геномный импринтинг.	2	Д	+					
52	ЛПЗ	Получение библиотеки фрагментов гена 16S рРНК для NGS секвенирования.	3	Д Т	+	+	+	+	+	
53	ЛЗ	3-d геномика. Метод Hi-C.	2	Д	+					
54	ЛПЗ	Получение кДНК библиотеки Т-клеточных рецепторов. Демонстрация работы клеточного сортера.	3	Д Т	+			+	+	
55	ЛПЗ	Получение кДНК библиотеки Т-клеточных рецепторов: выделение РНК, синтез первой цепи, амплификация продукта.	3	Д Т	+			+	+	
56	ЛПЗ	Получение кДНК библиотеки Т-клеточных рецепторов: баркодирование библиотек.	3	Д Т	+			+	+	
57	ЛПЗ	Демонстрационная задача по запуску секвенатора.	3	Д Т				+	+	
58	ЛПЗ	Анализ данных секвенирования 16S рРНК метагеномов. Анализ данных секвенирования ТКР библиотек и метагеномных данных.	3	Д Т	+			+	+	
59	К	Текущий рубежный (модульный) контроль по разделу 7.	3	Д Р	+	+	+			
60	ИЗ	Итоговый годовой контроль по разделам I-VII. Представление, полученных результатов по практическим и лабораторно-практическим курсам.	3	Д И	+	+	+			
		Всего часов за семестр:	78 (24/54)							

	Э	Экзамен	9	ПА	+	+				
		Всего по дисциплине:	165							

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
Групповая консультация	Групп. консультация	КС
Конференция	Конференция	Конф.
Зачёт	Зачёт	З
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 обучающимися
Текущий тематический контроль	Тематический	Т	Оценка усвоения обучающимися знаний, умений и опыта практической деятельности на занятиях по теме.
Текущий рубежный (модульный) контроль	Рубежный	Р	Оценка усвоения обучающимися знаний, умений и опыта практической деятельности по теме (разделу) дисциплины
Текущий итоговый контроль	Итоговый	И	Оценка усвоения обучающимися знаний, умений и опыта практической деятельности по темам (разделам) 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
	Опрос устный (ОУ)	Опрос устный		Выполнение задания в	Выполнение

3			ОУ	устной форме	обязательно
4	Опрос письменный (ОП)	Опрос письменный	ОП	Выполнение задания в письменной форме	Выполнение обязательно
5	Опрос комбинированный (ОК)	Опрос комбинированный	ОК	Выполнение заданий в устной и письменной форме	Выполнение обязательно
6	Тестирование в электронной форме (ТЭ)	Тестирование	ТЭ	Выполнение тестового задания в электронной форме	Выполнение обязательно
7	Проверка реферата (ПР)	Реферат	ПР	Написание (защита) реферата	Выполнение обязательно
8	Проверка лабораторной работы (ЛР)	Лабораторная работа	ЛР	Выполнение (защита) лабораторной работы	Выполнение обязательно
9	Подготовка учебной истории болезни (ИБ)	История болезни	ИБ	Написание (защита) учебной истории болезни	Выполнение обязательно
10	Решение практической (ситуационной) задачи (РЗ)	Практическая задача	РЗ	Решение практической (ситуационной) задачи	Выполнение обязательно
11	Подготовка курсовой работы (ПКР)	Курсовая работа	ПКР	Выполнение (защита) курсовой работы	Выполнение обязательно
12	Клинико-практическая работа (КПР)	Клинико-практическая работа	КПР	Выполнение клинико-практической работы	Выполнение обязательно
13	Проверка конспекта (ПК)	Конспект	ПК	Подготовка конспекта	Выполнение обязательно
14	Проверка контрольных нормативов (ПKN)	Проверка нормативов	ПKN	Сдача контрольных нормативов	Выполнение обязательно
15	Проверка отчета (ПО)	Отчет	ПО	Подготовка отчета	Выполнение обязательно
16	Контроль выполнения домашнего задания (ДЗ)	Контроль самостоятельной работы	ДЗ	Выполнение домашнего задания	Выполнение обязательно, Участие
17	Контроль изучения электронных образовательных ресурсов (ИЭОР)	Контроль ИЭОР	ИЭОР	Изучения электронных образовательных ресурсов	Изучение ЭОР

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

5.1. Планируемые результаты обучения по темам и разделам дисциплины

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

5.2. Формы проведения текущего контроля успеваемости

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

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

5.3.1. Условные обозначения:

Типы контроля (ТК)*

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

Виды текущего контроля успеваемости (ВТК)**

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

5.3.2. Структура текущего контроля успеваемости по дисциплине

6 семестр

Виды занятий		Формы текущего контроля успеваемости/виды работы						
				ТК *	ВТК**	Max.	Min.	Шаг
Лекционное занятие	ЛЗ	Контроль присутствия	КП	П	Д	1	0	0
Практическое занятие	ПЗ	Контроль присутствия	КП	П	Д	1	0	0
		Учет активности	А	У	Т	10	0	1
		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
		Учет активности	А	У	Т	10	0	1
		Опрос устный	ОУ	В	Т	10	0	1
		Опрос письменный	ОП	В	Т	10	0	1
		Лабораторная работа	ЛР	В	Т	10	0	1
Коллоквиум (рубежный (модульный) контроль)	К	Контроль присутствия	КП	П	Д	1	0	0
		Опрос устный	ОУ	В	Р	10	0	1

		Опрос письменный	ОП	В	Р	10	0	1
Итоговое занятие	ИЗ	Контроль присутствия	КП	П	Д	1	0	0
		Опрос устный	ОУ	В	И	10	0	1
		Опрос письменный	ОП	В	И	10	0	1

7 семестр

Виды занятий		Формы текущего контроля успеваемости/виды работы						
				ТК *	ВТК**	Max.	Min.	Шаг
Лекционное занятие	ЛЗ	Контроль присутствия	КП	П	Д	1	0	0
Практическое занятие	ПЗ	Контроль присутствия	КП	П	Д	1	0	0
		Учет активности	А	У	Т	10	0	1
		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
		Учет активности	А	У	Т	10	0	1
		Опрос устный	ОУ	В	Т	10	0	1
		Опрос письменный	ОП	В	Т	10	0	1
		Лабораторная работа	ЛР	В	Т	10	0	1
Коллоквиум (рубежный (модульный) контроль)	К	Контроль присутствия	КП	П	Д	1	0	0
		Опрос устный	ОУ	В	Р	10	0	1
		Опрос письменный	ОП	В	Р	10	0	1
Итоговое занятие	ИЗ	Контроль присутствия	КП	П	Д	1	0	0
		Опрос устный	ОУ	В	И	10	0	1
		Опрос письменный	ОП	В	И	10	0	1

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

6 семестр

Вид контроля	План в %	Исходно		Формы текущего контроля успеваемости/виды работы	ТК	План в %	Исходно		Кэф.
		Баллы	%				Баллы	%	

Текущий дисциплинирующий контроль	5	30	6,14	Контроль присутствия	П	5	30	6,14	0,17
Текущий тематический контроль	35	360	73,46	Опрос устный	В	10	70	14,28	0,14
				Опрос письменный	В	10	70	14,28	0,14
				Лабораторная работа	В	10	90	18,37	0,11
				Учет активности	У	5	130	26,53	0,038
Текущий рубежный (модульный) контроль	30	80	16,32	Опрос письменный	В	15	40	8,16	0,375
				Опрос устный	В	15	40	8,16	0,375
Текущий итоговый контроль	30	20	4,08	Опрос устный	В	15	10	2,04	1,5
				Опрос письменный	В	15	10	2,04	1,5
Мах. кол. баллов	100	490							

7 семестр

Вид контроля	План в %	Исходно		Формы текущего контроля успеваемости/виды работы	ТК	План в %	Исходно		Коэф.
		Баллы	%				Баллы	%	
Текущий дисциплинирующий контроль	5	30	7,31	Контроль присутствия	П	5	30	7,31	0,17
Текущий тематический контроль	35	300	73,13	Опрос устный	В	10	30	7,31	0,33
				Опрос письменный	В	10	30	7,31	0,33
				Лабораторная работа	В	10	110	26,83	0,09
				Учет активности	У	5	130	31,7	0,038
Текущий рубежный (модульный) контроль	30	60	14,63	Опрос письменный	В	15	30	7,31	0,5
				Опрос устный	В	15	30	7,31	0,5
Текущий итоговый контроль	30	20	4,93	Опрос устный	В	15	10	2,46	1,5
				Опрос письменный	В	15	10	2,46	1,5
Мах. кол. баллов	100	410							

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:

– на основании семестрового рейтинга

2 семестр

1) Форма промежуточной аттестации согласно учебному плану – экзамен.

2) Форма организации промежуточной аттестации:

– устный опрос по билетам.

3) Перечень вопросов для подготовки к промежуточной аттестации.

Перечень вопросов для подготовки к промежуточной аттестации

1. Центральная догма» молекулярной биологии и ее эволюция. Реализация «центральной догмы» при биосинтезе белков у про- и эукариот.
2. Понятие генома. Типы геномов. Ген как фрагмент генома. Геном человека.
3. Перекрывающиеся гены. Уникальные и повторяющиеся последовательности геномов. Мобильные, или подвижные генетические элементы.
4. Первичная структура нуклеиновых кислот.
5. Вторичная структура ДНК. Формы ДНК.
6. Топологические проблемы двунитевых молекул ДНК. Сверхспирализация ДНК; ее роль в формировании особых структур ДНК.
7. Топоизомеразы типов I и II.
8. Репликация: основные этапы и участвующие молекулы.
9. Основные принципы репликации ДНК. Согласованность репликации и клеточного деления у эукариот.
10. Общие свойства ДНК-полимераз. ДНК-полимеразы *E. coli*. Субъединичный состав и роль отдельных субъединиц
11. Эукариотические ДНК-полимеразы.
12. Ассиметричный синтез ДНК. Репликоны про- и эукариот. Точки начала репликации (ориджины репликации). Согласованная репликация двух родительских цепей ДНК в репликативной вилке.
13. Инициация репликации у *E. coli*.
14. Двухнаправленный рост двух дочерних цепей ДНК от одной точки ori при репликации. Исключения из этого правила.
15. Репликация концов эукариотических хромосом. Теломераза.
16. Дефекты ДНК после репликации и другие повреждения ДНК.
17. Некоторые типы прямой реактивации повреждений ДНК.
18. Эксцизионная репарация.
19. Индуцируемая репарация.
20. Репарация неспаренных (обычных) нуклеотидов. Репарация дочерней нити, зависящая от метилирования.
21. Репарация повреждений двух цепей ДНК.
22. Гомологичная рекомбинация. Мейотическая и митотическая рекомбинация. Эктопическая рекомбинация
23. Белок RecA *E. coli* и его роль в гомологичной рекомбинации.
24. Гомологичная рекомбинация у *E. coli*. RecBCD - основной путь гомологичной рекомбинации у *E. coli*.
25. Специализированные системы гомологичной рекомбинации.
26. Сайт-специфическая рекомбинация.
27. Ферменты, осуществляющие сайт-специфическую рекомбинацию: интегразы и инвертазы.

28. Подвижные генетические элементы и способы их перемещения. IS элементы, транспозоны и ретротранспозоны.
29. Модель Холлидея.
30. Конверсия гена.
31. Генетическая рекомбинация без гомологии: транспозиция и незаконная
32. Макромолекулярная структура РНК
33. Транскрипционный цикл.
34. Известные механизмы посттранскрипционного контроля.
35. Инициация транскрипции РНК-полимеразой II эукариот на базальном промоторе.
36. РНК-полимеразы бактерий и эукариот.
37. Вторичная и третичная структура тРНК.
38. Регуляция экспрессии оперонов прокариот.
39. Дополнительные регуляторные факторы РНК-полимеразы II эукариот. Регуляторные элементы.
40. Процессинг рРНК и тРНК у бактерий и эукариот.
41. Рибозимы.
42. Процессинг 5'- и 3' концов мРНК у эукариот.
43. Процессинг мРНК у эукариот: сплайсинг экзонов. Альтернативный сплайсинг и транс-сплайсинг.
44. Малые ядерные РНП эукариот и их роль в сплайсинге
45. мРНК про- и эукариот. Особенности их транскрипции и трансляции. Перекодирующие сигналы в мРНК.
46. РНК-переключатели (riboswitches).
47. РНК-редактирование
48. Механизмы РНК-интерференции (RNAi). Малые интерферирующие РНК. МикроРНК
49. Аттенуация транскрипции
50. Типы РНК. Их участие в биосинтезе белков, в подавлении экспрессии генов и модификации других РНК.
51. Структура белков
52. Посттрансляционная модификация белков.
53. Пространственная сборка белков. Роль первичной структуры. Ферменты фолдинга
54. Участие молекулярных шаперонов в сборке белков.
55. Дорибосомный этап белкового синтеза.
56. Два класса аминоацил-тРНК-синтетаз.
57. тРНК – адаптор белкового синтеза.
58. Гипотеза нестрогого соответствия Ф.Крика
59. Генетический код
60. Строение и функции рибосомы
61. Элементарный элонгационный цикл рибосомы. Взаимная подвижность рибосомных субчастиц при элонгации.
62. Инициация трансляции. Инициаторы трансляции и способ распознавания первого кодона мРНК у прокариот и эукариот.
63. Терминация трансляции.
64. Промоторы про- и эукариот.
65. Специфичность аминоацил-тРНК-синтетаз.
66. Транспорт и сортировка белков в клетке.
67. Сигнальная гипотеза транспорта белков в клетке
68. Секреторный путь синтеза и сортировки белков.
69. Убиквитин-зависимая система протеолиза.
70. Роль шаперонов семейств HSP70 и HSP60 в фолдинге белков.

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

6 семестр

Порядок промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине в форме зачёта

Промежуточная аттестация по дисциплине в форме зачёта проводится на основании результатов текущего контроля успеваемости обучающегося в семестре, в соответствии с расписанием занятий по дисциплине, 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).

7 семестр

Порядок промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине в форме экзамена

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

Порядок допуска обучающихся к промежуточной аттестации в форме экзамена, критерии, показатели и порядок балльно-рейтинговой системы промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) в форме экзамена, а также порядок перевода рейтинговой оценки обучающегося в традиционную систему оценок устанавливается Положением о балльно-рейтинговой системе текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский

университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации с изменениями и дополнениями (при наличии).

Условные обозначения:

Типы контроля (ТК)**

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

Структура итогового рейтинга по дисциплине

Дисциплина	Молекулярная биология	
Специальность	06.05.02 Фундаментальная и прикладная биология	
Семестры	6	7
Трудоемкость семестров в часах (Тдс)	78	78
Трудоемкость дисциплины в часах за весь период ее изучения (Тд)	156	
Весовые коэффициенты семестровой рейтинговой оценки с учетом трудоемкости (Крос)	0,5	0,5
Коэффициент экзаменационного семестрового рейтинга за все семестры изучения дисциплины		0,7
Экзаменационный коэффициент (Кэ)		0,3

Структура промежуточной аттестации в форме экзамена

Форма промежуточной аттестации	Формы текущего контроля успеваемости/виды работы *		ТК**	Мах.	Весовой коэффициент, %	Коэффициент одного балла в структуре экзаменационной рейтинговой оценки	Коэффициент одного балла в структуре итогового рейтинга по дисциплине
Экзамен (Э)	Контроль присутствия	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 Б.1.О.5 «Молекулярная биология» по специальности 06.05.02 «Фундаментальная и прикладная биология».

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет
имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации
(ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России)

Кафедра молекулярной биологии и медицинских биотехнологий

Экзаменационный билет № 1

*для проведения экзамена по дисциплине
"Молекулярная биология"
по специальности 06.05.02 «Фундаментальная и прикладная биология».*

1. Основные принципы репликации ДНК
2. Участие молекулярных шаперонов в сборке белков. Общая характеристика, функциональное значение.

Заведующий кафедрой _____ Прохорчук Е.Б.

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 на полях 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 «Молекулярной биологии» 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. Литература по дисциплине:

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания	Наличие литературы в библиотеке	
		Кол. экз.	Электр. адрес ресурса
1	2	3	4
1	Молекулярная биология /Кони́чев, А. С. [Текст] : [учебник для высшего профессионального образования]. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : Академия, 2012. - 400 с.	20	
2	Гены/ Льюин Б. [Текст]. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 896 с.	20	
3	Молекулярная биология/ Спирин, А. С. [Текст]: рибосомы и биосинтез белка : [учебник для вузов]. - Москва : Академия, 2011	20	
4	Молекулярная биология клетки [Текст] : руководство для врачей : пер с англ. / Д. М. Фаллер, Д. Шилдс ; [пер. с англ. А. Анваера и др.] ; под ред. И. Б. Збарского. - Москва : Бином-Пресс, 2014. - 256 с.		http://www.studmedlib.ru/cgi-bin/mb4x?usr_data=access(2med,CGVSP0KGN9C11L7P-X0EF,ISBN9785996328772,1,cy0y43rrhl4,ru,ru)
5	ПЦР в реальном времени [Электронный ресурс] / [Д. В. Ребриков и др.] ; под ред. Д. В. Ребрикова. – 4-е изд. (эл.). – Москва : БИНОМ. Лаб. знаний, 2014. – 223 с. - Режим доступа : http://marc.rsmu.ru:8020/marcweb2/Default.asp .	10	
6	Молекулярная биология клетки [Текст] : с задачами Д. Уилсона и Т. Ханта : [в 3 т.] : пер с англ. - Москва ; Ижевск : Ин-т компьютер. исслед. : Регуляр. и хаот. динамика, 2013. - Т. 1 / под ред. А. А. Миронова, Л. В. Мочаловой / пер. с англ. А. А. Светлова, О. В. Карловой. - 2013.		http://www.studmedlib.ru/cgi-bin/mb4x?usr_data=access(2med,6NYHAKF3JSVZ2H6J-X043,ISBN9785996322886,1,jzytulnlnls,ru,ru)
7	Молекулярная биология клетки [Текст] : с задачами Д. Уилсона и Т. Ханта : [в 3 т.] : пер с англ. - Москва ; Ижевск : Ин-т компьютер. исслед. : Регуляр. и хаот. динамика, 2013. - Т. 2 / под ред. Е. Н. Богачевой, И. Н. Шатского / пер. с англ. А. А. Дьяконовой, А. В.	4	

	Дюбы. - 2013.		
8	Молекулярная биология клетки [Текст] : с задачами Д. Уилсона и Т. Ханта : [в 3 т.] : пер с англ. - Москва ; Ижевск : Ин-т компьютер. исслед. : Регуляр. и хаот. динамика, 2013. - Т. 2 / под ред. Е. Н. Богачевой, И. Н. Шатского / пер. с англ. А. А. Дьяконовой, А. В. Дюбы. - 2013.	4	
9	Молекулярная биология клетки [Текст] : с задачами Д. Уилсона и Т. Ханта : [в 3 т.] : пер с англ. - Москва ; Ижевск : Ин-т компьютер. исслед. : Регуляр. и хаот. динамика, 2013. - Т. 3 / под ред. Е. С. Шилова и др. / пер. с англ. А. Н. Дьяконова и др. - 2013.	4	

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

1. <http://eor.edu.ru> – портал электронных образовательных ресурсов
2. <http://www.elibrary.ru> – сайт научной электронной библиотеки
3. www.studmedlib.ru – сайт электронной библиотеки студента «Консультант студента»
4. <http://mon.gov.ru> – сайт Минобрнауки РФ
5. <http://www.edu.ru/> – библиотека федерального портала «Российское образование» (содержит каталог ссылок на интернет-ресурсы, электронные библиотеки по различным вопросам образования)
6. <http://www.prilib.ru> – сайт Президентской библиотеки
7. <http://www.rusneb.ru> – сайт национальной электронной библиотеки
8. <http://molbiol.ru/>
9. PubMed (U.S. National Library of Medicine National Institutes of Health <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>),
10. GenBank (National Center for Biotechnology Information <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>), EMBL (European Molecular Biology Laboratory <http://www.embl.org/>),
11. SWISS-PROT (Swiss Protein Databank <http://www.ebi.ac.uk/uniprot/>), PDB (PDBsum) (Protein Data Bank <http://www.rcsb.org>),
12. CATH (Class, Architecture, Topology, Homology <http://www.biochem.ucl.ac.uk/bsm/cath>),
13. SCOP (Structural Classification of Proteins <http://scop.mrc-lmb.cam.ac.uk/scop>)
14. <http://www.books-up.ru> (электронная библиотечная система);
15. <http://www.biblioclub.ru> (электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» РНИМУ им. Пирогова).

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

Аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оборудованная мультимедийными и иными средствами обучения. Оснащение: наборы наглядных электронных материалов по различным разделам дисциплины, учебная мебель (столы, стулья), ноутбук, проектор, экран.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа (практических занятий), лабораторных практикумов, лабораторных работ, демонстрационных экспериментов групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оборудованная мультимедийными и иными средствами обучения. Лаборатории для проведения лабораторно-практических занятий. Оснащение: усилитель, микроцентрифуга, транслюминатор, вортекс, 1-канальный механический дозатор 0.5-10мкл, 1-канальный механический дозатор 2-20мкл, 1-канальный механический дозатор 20-200мкл, 1-канальный механический дозатор 100-1000мкл, весы аналитические, магнитные мешалки, холодильник +4С, холодильник -20С, микроволновая печь, термостат твердотельный, фрезная камера.

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

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

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

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

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

Заведующий кафедрой

Е.Б. Прохорчук

	Содержание	Стр.
1.	Общие положения	4
2.	Формы работы обучающихся, виды учебных занятий и их трудоёмкость	7
3.	Содержание дисциплины (модуля)	8
4.	Тематический план дисциплины (модуля)	17
5.	Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине (модулю)	21
6.	Организация промежуточной аттестации обучающихся	24
7.	Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)	26
8.	Методические указания обучающимся по освоению дисциплины (модуля)	29
9.	Учебно-методическое, информационное и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)	31