

**МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

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

**Медико-биологический факультет**

**«УТВЕРЖДАЮ»**

**Декан медико-биологического факультета**

**д-р биол. наук, проф.**

\_\_\_\_\_ **Е.Б. Прохорчук**

**«29» августа 2022 г.**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б.1.О.31 ОСНОВЫ МОЛЕКУЛЯРНОЙ БИОЛОГИИ**

**для образовательной программы высшего образования -  
программы специалитета  
по специальности**

**30.05.01 Медицинская биохимия**

Москва 2022 г.

Настоящая рабочая программа дисциплины Б.1.О.31 «Основы молекулярной биологии» (Далее – рабочая программа дисциплины), является частью программы специалитета по специальности 30.05.01 Медицинская биохимия

Направленность (профиль) образовательной программы: Медицинская биохимия

Форма обучения: очная.

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

Составители:

№ п.п.	Фамилия, Имя, Отчество	Ученая степень, ученое звание	Занимаемая должность	Основное место работы	Подпись
1.	Мельникова Лариса Сергеевна	Д-р биол. наук	Профессор кафедры молекулярной биологии и медицинской биотехнологии МБФ	ФГБУН Институт биологии гена Российской академии наук (ИБГ РАН)	
2.	Головнин Антон Клеменович	Д-р биол. наук, профессор РАН	Профессор кафедры молекулярной биологии и медицинской биотехнологии МБФ	ФГБУН Институт биологии гена Российской академии наук (ИБГ РАН)	

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

Рабочая программа дисциплины рекомендована к утверждению рецензентами:

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

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

Нормативно-правовые основы разработки и реализации рабочей программы дисциплины:

1) Образовательный стандарт высшего образования по специальности 30.05.01 Медицинская биохимия, утвержденный приказом ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России от 29.05.2020 № 365 рук.

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 является:**

- ознакомление с основными этапами развития и современным состоянием наук «Молекулярная биология» и «Генетика»;
- формирование знаний о фундаментальных понятиях молекулярной биологии и генетики;
- ознакомление с организацией и функционированием молекулярно-генетических систем;
- формирование навыков анализа медико-биологических социально-значимых проблем с точки зрения лежащих в их основе молекулярных процессов;
- обучение студентов использованию на практике методов молекулярно-биологических исследований;
- выявление тесной связи молекулярной биологии и генетики с другими медицинскими дисциплинами, практическим здравоохранением;
- формирование современного естественно-научного мировоззрения на основе знания механизмов передачи и реализации генетической информации;

#### **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 генной 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 «Основы молекулярной биологии» изучается в восьмом семестре и относится к обязательной части Блокa Б1 Дисциплины. Является обязательной дисциплиной.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 з.е.

Для успешного освоения настоящей дисциплины обучающиеся должны освоить следующие дисциплины: Биология, Иностранный язык, Общая и неорганическая химия,

Органическая химия, Физическая и коллоидная химия, Биохимия, Микробиология и вирусология.

Знания, умения и опыт практической деятельности, приобретенные при освоении настоящей дисциплины, необходимы для успешного освоения следующих дисциплин: Функционирование генов и геномов, Иммунология, Молекулярная фармакология, Биоинформатика, Медицинские нанобиотехнологии, Медицинская генетика, Клиническая лабораторная диагностика, а также прохождения практик: Практика по созданию животных моделей, Практика по иммунологии, Практика по клинической лабораторной диагностике, Практика по молекулярной биологии, Преддипломная, НИР и для выполнения выпускной квалификационной работы.

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

#### 8 семестр.

Код и наименование индикатора компетенции		Код и наименование компетенции	
		Планируемые результаты освоения дисциплины (уровень сформированности индикатора (компетенции))	
<b>Универсальные компетенции</b>			
УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий.			
УК-1. ИД1 – Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними	Знать:	Основные понятия и законы молекулярной биологии, основные методы и средства анализа в современной молекулярной биологии	
	Уметь:	Предложить адекватный, в том числе междисциплинарный, подход для поиска взаимосвязи между нарушениями в структуре и функционировании генов (генома) и патологическими процессами	
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	Владеть навыками выбора подходящих моделей и методов исследования проблемных ситуаций	
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>			
ОПК-1. Способен использовать и применять фундаментальные и прикладные медицинские, естественнонаучные знания для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности			
ОПК-1.ИД1 – Применяет фундаментальные естественнонаучные знания для решения профессиональных задач.	Знать:	Структуру макромолекул, принципы и механизмы их воспроизведения, сохранения и функционирования	
	Уметь:	Анализировать молекулярно-биологические процессы на основе знания принципов и механизмов функционирования важнейших макромолекул	
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	Владеть навыками анализа и синтеза данных в области молекулярной биологии	
ОПК-1.ИД2 - Применяет прикладные естественнонаучные знания для решения профессиональных задач.	Знать:	Основные понятия и принципы молекулярной биологии	
	Уметь:	Воспроизводить основные молекулярно-биологические методы исследования для решения задач медико-биологических исследований	
	Владеть практическим опытом	Владеть методическими навыками для изучения природы и механизмов молекулярно-биологических процессов	

	(трудовыми действиями):	
<b>ОПК-3.</b> Способен использовать специализированное диагностическое и лечебное оборудование, применять медицинские изделия, лекарственные средства, клеточные продукты и генно-инженерные технологии, предусмотренные порядками оказания медицинской помощи		
ОПК-3.ИД1 - Применяет диагностическое оборудование для решения профессиональных задач.	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: центрифугой, камерой для горизонтального электрофореза, источником тока, дозаторами различного объема, амплификатором ДНК, термостатами, весами аналитическими, трансиллюминатором, спектрофотометром, термошейкером.
ОПК-3.ИД3 – Использует медицинские изделия, лекарственных средства, клеточные продукты и генно-инженерные технологии в медицинских и научных исследованиях.	Знать:	Основные принципы создания генно-инженерных продуктов (рекомбинантных молекул ДНК и белков).
	Уметь:	Выбирать адекватные генно-инженерные и геномные технологии для решения фундаментальных и практических задач в области молекулярной биологии и молекулярной медицины
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	Навыками работы с нуклеиновыми кислотами; инструментами, используемыми для внесения направленных модификаций в ДНК, методами анализа генов и геномов.
<b>ПК-5.</b> Способен проводить научные исследования в области молекулярной медицины и молекулярной биологии.		
ПК-5.ИД1 – Собирает и обрабатывает научную и научно-техническую информацию, в результате чего формулирует проверяемые гипотезы в области молекулярной медицины и молекулярной биологии.	Знать:	Основные виды научной, научно-практической и аналитической информации в области генетики, молекулярной биологии 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-5.ИД2 – Проводит исследования, наблюдения, эксперименты, измерения для проверки гипотез в области молекулярной медицины и молекулярной биологии.	Знать:	Основные направления научных исследований в генетике, молекулярной биологии и молекулярной медицине
	Уметь:	Формулировать задачи исследований в области молекулярной биологии и молекулярной медицины
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	Навыками детального и поэтапного планирования исследования, документирования и анализа полученных результатов.
ПК-5.ИД3 – Формулирует выводы по итогам исследований, наблюдений, экспериментов, измерений в области молекулярной медицины и молекулярной биологии.	Знать:	Основы системного подхода для изучения молекулярно-биологических процессов, проходящих в клетке
	Уметь:	Обобщать собственные экспериментальные результаты, формулировать новые идеи и выводы, генерировать гипотезы, объясняющие природу и механизмы молекулярно-биологических процессов
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	Владеть навыками изучения молекулярно-биологических процессов в клетке, опираясь на комплекс экспериментальных, естественнонаучных и статистических методов.

## 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
			8
<b>Учебные занятия</b>			
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателем в семестре (КР), в т.ч.:</b>		<b>108</b>	<b>108</b>
Лекционное занятие (ЛЗ)		36	36
Семинарское занятие (СЗ)			
Практическое занятие (ПЗ)		12	12
Практикум (П)			
Лабораторно-практическое занятие (ЛПЗ)		44	44
Лабораторная работа (ЛР)			
Клинико-практические занятия (КПЗ)			
Специализированное занятие (СПЗ)			
Комбинированное занятие (КЗ)			
Коллоквиум (К)		12	12
Контрольная работа (КР)			
Итоговое занятие (ИЗ)		4	4
Групповая консультация (ГК)			
Конференция (Конф.)			
Иные виды занятий			
<b>Самостоятельная работа обучающихся в семестре (СРО), в т.ч.</b>		<b>72</b>	<b>72</b>
Подготовка к учебным аудиторным занятиям		20	20
Подготовка истории болезни			
Подготовка курсовой работы			
Подготовка реферата		16	16
Подготовка протокола патолого-анатомического вскрытия			
<b>Промежуточная аттестация</b>			
<b>Контактная работа обучающихся в ходе промежуточной аттестации (КРПА), в т.ч.:</b>			
Зачёт (З)			
Защита курсовой работы (ЗКР)			
Экзамен (Э)**		9	9
<b>Самостоятельная работа обучающихся при подготовке к промежуточной аттестации (СРПА), в т.ч.</b>			
Подготовка к экзамену**		27	27
<b>Общая трудоёмкость дисциплины (ОТД)</b>	<b>в часах:</b> ОТД = КР+СРС+КРПА+СРПА	<b>180</b>	<b>180</b>
	<b>в зачетных единицах:</b> ОТД (в часах):36	<b>5</b>	<b>5</b>

## 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
<b>Раздел 1. Введение в предмет. Задачи и основные этапы развития молекулярной биологии и генетики. Современное состояние науки</b>			
1.	УК-1.ИД1 ОПК-1.ИД1	Тема 1. История развития генетики и молекулярной биологии. Основные законы	Открытие основных законов генетики: предшественники Менделя, основные заслуги Менделя, его законы. Парадокс Менделя. Вторичное

	ОПК-1.ИД2 ПК-5.ИД1 ПК-5.ИД2 ПК-5.ИД3	генетики. Взаимосвязь генетики и молекулярной биологии	открытие законов Менделя. Начало бурного развития менделизма. Основные типы взаимодействия генов (комплементарность, эпистаз, полимерия, плейотропия, энхансерные и супрессорные гены). Закон Харди-Вайнберга. Хромосомная теория наследственности как фундаментальное объединение до сих пор разрозненных дисциплин: цитологии и генетики. Дрозофила как основной модельный организм для открытия основных законов современной генетики: Морган и его ученики. Сцепленное с полом наследование, группа сцепления, кроссинговер, линейное расположение генов, интерференция, генетические карты, политенные хромосомы. Митотическая и мейотическая рекомбинация. Пенетрантность и экспрессивность. Хромосомные перестройки: инверсии, делеции, транслокации, транспозиции. Пролегомены молекулярной биологии – концепция матрицы Кольцова (и Колли). Классификация мутаций. Бактериальная трансформация (Гриффитс). Зеленая тетрадь (1935) и квантование гена – теория мишени, размер гена: Тимофеев-Рессовский, Циммер, Дельбрюк – биология становится молекулярной. От дрозофилы к нейроспоре – зарождение биохимической генетики, один ген – один фермент (Бидл и Татум). Индуцированный химический мутагенез – управление получением искусственных мутаций – основной инструмент экспериментальной молекулярной генетики.
<b>Раздел 2. Структура, свойства и функции нуклеиновых кислот</b>			
2.	УК-1.ИД1 ОПК-1.ИД1 ОПК-1.ИД2 ПК-5.ИД1 ПК-5.ИД2 ПК-5.ИД3	Тема 2. От нуклеотидов к геномам: структура и функции нуклеиновых кислот	Центральная догма молекулярной биологии. Опыты Мишера. Эксперимент Гриффита. Эксперимент Эвери, Маклеода и Маккарти. Эксперимент Херши и Чейз. Правила Чаргаффа и определение структуры двойной спирали ДНК. Нуклеозиды и нуклеотиды. Большая и малая бороздки двойной спирали ДНК, взаимодействия с белками. А-, В-, Z-форма ДНК. Неканоническое спаривание оснований и неканонические структуры в ДНК. Плавление и суперспирализация ДНК. Топоизомеразы. Хатимодзи-ДНК и синтетическая геномика. Структура РНК. РНК-связывающие белки. Модификации РНК. Функции РНК в клетке.
3.	УК-1.ИД1 ОПК-1.ИД1 ОПК-1.ИД2 ПК-5.ИД1 ПК-5.ИД2 ПК-5.ИД3	Тема 3. Репликация ДНК	Три возможных сценария репликации. Эксперимент Мезельсона и Сталя. Структура ДНК-полимераз. Основные ДНК-полимеразы кишечной палочки. Структура PolIII. Точность и процессивность ДНК-полимераз. Строение прокариотической реплисомы. Инициация репликации у прокариот, регуляция инициации. Прерывистый характер синтеза на отстающей цепи и фрагменты Оказаки. Терминация репликации. Эукариотический ориджин. Активация ориджина и предотвращение повторной активации. Эукариотическая реплисома и процессинг фрагментов Оказаки у эукариот. Репликоны и фокусы репликации. Структура теломер и теломеразы.
4.	УК-1.ИД1 ОПК-1.ИД1	Тема 4. Механизмы регуляции поведения клеток. Клеточный	Сигнальные каскады. Принципы передачи сигнала в клетке. Киназы и фосфатазы. Ростовые факторы и их



	ОПК-1.ИД2 ПК-5.ИД1 ПК-5.ИД2 ПК-5.ИД3	цикл.	рецепторы. МАРК сигнальный каскад. ГТФ-фаза семейства gas. Клеточный цикл. Принципы клеточного цикла у прокариот и эукариот. Регуляция клеточного цикла у эукариот. Регуляция входа в клеточный цикл: Циклин Д и индукция клеточного цикла в клетке. Циклины и циклин-зависимые киназы. Контрольные точки. Белки-ингибиторы циклин-зависимых киназ. Протеолитическая деградация в клеточном цикле. Регуляция входа в репликацию. Регуляция репликации. Регуляция входа в митоз. Митоз. Нарушения клеточного цикла в болезнях, в т.ч. в онкологических нарушениях. Метод исследования клеточного цикла: проточная цитофлуорометрия.
5.	УК-1.ИД1 ОПК-1.ИД1 ОПК-1.ИД2 ПК-5.ИД1 ПК-5.ИД2 ПК-5.ИД3	Тема 5. Репарация ДНК.	Причины повреждений ДНК. Классификация повреждений ДНК. Стратегии коррекции повреждений. Удаление циклобутановых димеров. Удаление метильной группы из позиции Об гуанина. Эксцизия оснований и эксцизия нуклеотидов. ДНК-гликозилазы. Система UvrA/B/C/D кишечной палочки. Исправление ошибок репликации, структура MutS. Обход препятствия в ДНК посредством смены матричных цепей. SOS-репарация. Репарация двунитевых разрывов посредством гомологичной рекомбинации и негомологичного соединения концов ДНК.
6.	УК-1.ИД1 ОПК-1.ИД1 ОПК-1.ИД2 ПК-5.ИД1 ПК-5.ИД2 ПК-5.ИД3	Тема 6. Генетическая рекомбинация	Биологическая роль рекомбинации. Модель Холидея и понятие кроссинговера. Рекомбинация в клетках кишечной палочки и RecBCD путь. Роль главного рекомбинационного белка Rec A. Генная конверсия. Сайт-специфическая рекомбинация. Интеграция вирусных геномов. Инверсии в геноме. Перемещения мобильных элементов.
7.	УК-1.ИД1 ОПК-1.ИД1 ОПК-1.ИД2 ОПК-3.ИД1 ОПК-3.ИД3 ПК-5.ИД1 ПК-5.ИД2 ПК-5.ИД3	Тема 7. Методы выделения, очистки и модификации нуклеиновых кислот	Методы выделения и очистки нуклеиновых кислот. Экстракция НК с помощью органических растворителей. Определение количественных и качественных характеристик нуклеиновых кислот. Измерение концентрации ДНК и РНК. Оценка чистоты препарата нуклеиновых кислот. Электрофорез нуклеиновых кислот. Обратная транскрипция. Синтез библиотеки кДНК. Полимеразная цепная реакция (ПЦР). Общие сведения о ПЦР. Области применения. Основные параметры реакции. Компоненты и условия проведения реакции. Оптимизация условий ПЦР. Термостабильные ДНК-полимеразы. Ферменты модификации ДНК (рестриктазы, фосфотаза, лигаза, киназа, фрагмент Клёнова). Система рестрикции-модификации у эубактерий. Ее значение для уничтожения чужеродной ДНК. Метилазы и рестриктазы типа II – отдельные ферменты. Узнавание и разрезание рестриктазами типа II коротких специфических (обычно палиндромных) последовательностей с образованием “липких” или “тупых” концов. Бифункциональные ферменты типа III и I; их ассиметричные участки узнавания. Борьба бактериофагов с системами рестрикции хозяина.
<b>Раздел 3. Основы регуляции экспрессии генов</b>			

8.	УК-1.ИД1 ОПК-1.ИД1 ОПК-1.ИД2 ПК-5.ИД1 ПК-5.ИД2 ПК-5.ИД3	Тема 8. Транскрипция у прокариот	РНК-полимераза прокариот, ее субъединичная и трехмерная структуры. Разнообразие сигма-факторов. Промотор генов прокариот, его структурные элементы: последовательности –10 (Прибнов-бокс) и –35. Стадии транскрипционного цикла. Инициация, образование “открытого комплекса”, элонгация и терминация транскрипции. Rho-зависимая и rho-независимая терминация. Атенуация транскрипции. Понятие оперона. Регуляция экспрессии триптофанового оперона. Лактозный оперон. CAP-белок. Регуляция транскрипции в развитии фага лямбда. Принципы узнавания ДНК регуляторными белками (CAP-белок и репрессор фага лямбда). “Рибопереключатели”.
9.	УК-1.ИД1 ОПК-1.ИД1 ОПК-1.ИД2 ПК-5.ИД1 ПК-5.ИД2 ПК-5.ИД3	Тема 9. Транскрипция у эукариот	РНК-полимеразы I, II и III эукариот. Участие разных полимераз в транскрипции разных клеточных РНК. Чувствительность полимераз к α-аманитину. Открытая и закрытая конформации РНК-полимеразы и их роль в стабилизации связи фермента с ДНК-матрицей. “Модули” промоторов полимеразы II у эукариот. Базальная транскрипция и общие факторы транскрипции. TBP и TAF факторы. Узнавание ДНК фактором TBP. Базальные транскрипционные факторы TFIIA, TFIIB, TFIIF, TFIIE. Энзиматические активности базального фактора TFIIN. Сборка преинициаторного комплекса на промоторе. Особая роль TAF в преинициаторном комплексе на промоторах, не содержащих TATA-бокс. Ковалентная модификация факторов транскрипции. Фосфорилирование субъединицы РНК-полимеразы II и элонгация транскрипции.
10.	УК-1.ИД1 ОПК-1.ИД1 ОПК-1.ИД2 ПК-5.ИД1 ПК-5.ИД2 ПК-5.ИД3	Тема 10. Регуляция экспрессии генов	Регуляция транскрипции полимеразой II у эукариот. Понятие о цис- и транс-регуляции транскрипции. Белки – активаторы транскрипции, их доменные структуры. Типы доменов, узнающих регуляторные цис-действующие элементы. Комбинаторный принцип в регуляции транскрипции. Коактиваторы и корепрессоры. Медиатор. Энхансеры и энхансосома. Принцип “дальнодействия” в регуляции транскрипции. Тканеспецифичность энхансеров. Внешние сигналы (митогенные факторы, гормоны), регулирующие транскрипцию генов. Стадии процесса экспрессии генов, подверженные регуляции. Механизмы регуляции экспрессии генов в различных сигнальных каскадах. Дифференциальная активность генов в онтогенезе многоклеточных. Генетические каскады, регулирующие развитие. Гомеодомены регуляторных белков и явление гомеозиса. Принципы структурной организации и регуляции активности генов НОХ-кластеров, определяющих план строения тела. Транскрипционные факторы как морфогены в развитии многоклеточных организмов. Белки группы поликомб и триторакс. Ядерные рецепторы гормонов. Гистоновый код. Химические модификации гистонов: ацетилирование, фосфорилирование, метилирование, убиквитинилирование и АДФ-рибозилирование. Понятие о ”гистоновом коде”. Активный и неактивный хроматин. Механизмы репрессии генов, обусловленные деацетилированием и метилированием гистонов. Белковые домены,

			осуществляющие мечение гистонов и чтение меток. Ремоделирование хроматина. Роль нуклеосомных структур в активации экспрессии гена. Эухроматин и гетерохроматин. Распространение гетерохроматинизации по хромосоме. Эффекты положения генов. Механизмы инактивации генов при метилировании ДНК. Репликативное метилирование ДНК. “Родительский” геномный импринтинг как эпигенетическая регуляция экспрессии генов.
11.	УК-1.ИД1 ОПК-1.ИД1 ОПК-1.ИД2 ПК-5.ИД1 ПК-5.ИД2 ПК-5.ИД3	Тема 11. Процессинг первичных транскриптов	Созревание и транспорт мРНК. Кепирование, сплайсинг и полиаденилирование транскриптов, синтезируемых полимеразой II. Процессинг 3'-конца транскрипта: участие цис-регуляторных последовательностей и транс-факторов в этом процессе; эндонуклеазы процессинга и polyA-полимераза. Альтернативные промоторы и сайты полиаденилирования. Формирование рибонуклеопротеиновых частиц. “Контроль качества” пре-мРНК в ядре. Транспорт мРНК через ядерную мембрану. Открытие интронов. Типы интронов. Механизмы сплайсинга. Роль малых ядерных РНК и белковых факторов. Сплайсосома. Альтернативный сплайсинг, примеры. Энхансеры сплайсинга. Биологическая роль альтернативного сплайсинга, примеры. Механизмы узнавания/обозначения экзонов и интронов. Транс-сплайсинг, его распространение. “Самосплайсинг”. Процессинг тРНК и рРНК у про- и эукариот. Метилирование рибозы и образование псевдоуридина. Роль малых ядрышковых РНК. Интроны групп 1 и 2. Редактирование РНК. Типы редактирования. Биологические функции и механизм РНК-интерференции. Участники процесса. Короткие интерферирующие РНК. RISC. Особенности РНК-интерференции у разных организмов. МикроРНК. Процессинг. Механизм действия.
12.	УК-1.ИД1 ОПК-1.ИД1 ОПК-1.ИД2 ПК-5.ИД1 ПК-5.ИД2 ПК-5.ИД3	Тема 12. Некодирующие РНК	Классификация нкРНК. Длинные нкРНК, их структура и биогенез. Отличия и сходства в процессинге нкРНК и мРНК. нкРНК как структурная основа сборки РНК-белковых комплексов. Роль нкРНК в образовании ядерных телец. Функции нкРНК в установлении и поддержании пространственной организации хроматина. Энхансерные РНК – их биогенез и участие в энхансер-промоторной коммуникации.
13.	УК-1.ИД1 ОПК-1.ИД1 ОПК-1.ИД2 ПК-5.ИД1 ПК-5.ИД2 ПК-5.ИД3	Тема 13. Генетический код	Генетический код. Гипотезы организации генетического кода (перекрывающийся, неперекрывающийся). Триплетная гипотеза Гамова и ее экспериментальное подтверждение (Крик и Бензер). Экспериментальная расшифровка генетического кода. Эксперименты Ниренберга и Маттеи (гомополимеры), Ниренберга и Ледера (связывание триплетов). Понятие кодона. Свойства генетического кода: триплетность, специфичность, вырожденность или синонимичность, неперекрываемость, отсутствие пробелов, однонаправленность, коллинеарность белку. Старт и стоп кодоны. Универсальность генетического кода и исключения из нее. Различия между универсальными, митохондриальными, и

			неканоническими кодонами, селеноцистеин, пирролизин. Рамка считывания, открытая рамка считывания, сдвиг рамки считывания. Адапторная гипотеза Крика. Транспортные РНК. Изоакцепторные тРНК. Строение тРНК. Понятие антикодона тРНК. Его расположение во вторичной и третичной структуре тРНК. Кодон-антикодоновые взаимодействия: канонические и неканонические (инозин). Гипотеза нестрогого соответствия Крика (wobble). Стереохимия кодон-антикодонового комплементарного комплекса. Минорные нуклеотиды в тРНК.
14.	УК-1.ИД1 ОПК-1.ИД1 ОПК-1.ИД2 ОПК-3.ИД1 ОПК-3.ИД3 ПК-5.ИД1 ПК-5.ИД2 ПК-5.ИД3	Тема 14. Клонирование кДНК гена в экспрессирующий вектор	Электрофоретическое разделение фрагментов ДНК. Выделение ДНК из геля на колонках. Лигирование кДНК гена в векторную плазмиду. Различные типы клонирующих векторов (плазмидные, фаговые, вирусные). Трансформация бактериальных клеток плазмидами. Свойства компетентных клеток и методы их приготовления. Химическая трансформация и электропорация. Методы селекции рекомбинантных клонов: селекция по чувствительности к антибиотику, сине-белый тест, система токсин-антитоксин, дополнение метаболических процессов. Выделение плазмидной ДНК методом щелочного лизиса. Секвенирование ДНК.
<b>Раздел 4. Механизмы трансляции. Структура и биогенез белков</b>			
15.	УК-1.ИД1 ОПК-1.ИД1 ОПК-1.ИД2 ПК-5.ИД1 ПК-5.ИД2 ПК-5.ИД3	Тема 15. Дорибосомный этап биосинтеза белков	Понятие трансляции. Сходства и различия между про- и эукариотами. Химические реакции биосинтеза белков. Типы образующихся связей. Энзимология процесса. Энергетический баланс биосинтеза белков. Дорибосомный этап белкового синтеза. Реакции аминоацилирования тРНК: активирование аминокислот с образованием аминоациладенилатов и перенос аминокислотных остатков на тРНК. Аминоацил-тРНК-синтетазы: специфичность, разнообразие, субъединичная структура. Специфичность аминоацилирования тРНК по отношению к аминокислоте и по отношению к тРНК. «Второй генетический код» – уникальная структура тРНК, обеспечивающая ее акцепторные функции. Элементы, определяющие «индивидуальность» отдельных тРНК. Структурная комплементарность тРНК и аминоацил-тРНК-синтетаз.
16.	УК-1.ИД1 ОПК-1.ИД1 ОПК-1.ИД2 ПК-5.ИД1 ПК-5.ИД2 ПК-5.ИД3	Тема 16. Рибосома. Биосинтез белков	Рибосомный этап трансляции. Прокариотический и эукариотический типы рибосом. Три сайта связывания тРНК на рибосоме: А, Р, и Е, их характеристики. Стадии трансляции: инициация, элонгация и терминация. Специальные механизмы контроля точности трансляции. Инициация в бактериях нуждается в субъединицах 30S и факторах инициации (IF-1, IF-2, and IF-3). Структура сайта инициации у бактерий: последовательность Шайн-Дальгарно и AUG. Полицистронные мРНК у бактерий и моцистронные у эукариот. Формилметионин, IF2 и их функции. Роль 40S субъединицы в инициации транскрипции у эукариот. Факторы элонгации EF-Tu и eEF1a. Кирромицин. Пептидилтрансферазная функция большой

			<p>субъединицы. Пурамицин. Стадия транслокации, EF-G и eEF2. Стадия терминации, ochre, amber, и opal кодоны. Факторы терминации (релизинг-факторы 1го и 2го классов), их функции. Роль UTR (нетранслируемых последовательностей) в регуляции трансляции. Сопряженность транскрипции и трансляции у бактерий. Полирибосомы. Локализация рибосом в клетке. Свободные и мембраносвязанные рибосомы. Рибосомы митохондрий и хлоропластов.</p>
17.	<p>УК-1.ИД1 ОПК-1.ИД1 ОПК-1.ИД2 ПК-5.ИД1 ПК-5.ИД2 ПК-5.ИД3</p>	<p>Тема 17. Структурная организация белка в клетке.</p>	<p>Роль белковых молекул в функционировании живых организмов. Первичная структура белков. Аминокислотные остатки – мономеры белковых цепей. Аминокислоты, входящие в состав белков, их строение. Редкие аминокислоты, входящие в состав белков. Пептидная связь. Полипептидная цепь. Структура и кислотно-основные свойства пептидов. Природные пептиды. Уровни организации белковой молекулы. Первичная структура как уровень организации белка. Доказательство индивидуальности белка. Количественное определение аминокислотного состава белков. Определение первичной структуры пептидов. Вторичная структура белка. Структурные особенности пептидной связи, определяющие формирование регулярной вторичной структуры. Стерические ограничения и вторичная структура пептидной связи. Роль водородных связей в формировании регулярной вторичной структуры. Виды регулярной вторичной структуры. Спиральные и бета-структурные участки в глобулярных белках. Соотношение между первичной и вторичной структурами. Экспериментальные методы изучения вторичной структуры белков. Третичная структура белков. Стабильность пространственной структуры белка. Компактность формы. Наличие гидрофобных ядер и полярной оболочки. Присутствие гидрофобных аминокислот в оболочке, их функциональное значение. Природа сил, стабилизирующих трехмерную структуру белка. Методы исследования пространственной структуры белка. 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. Геометрия четвертичной структуры белка. Гомомерные и гетеромерные белки. Формирование множественных форм гетеромерных белков. Взаимодействия между субъединицами, стабилизирующие четвертичную структуру. Структурная организация контактов между субъединицами. Способы исследования четвертичной структуры белка. Функциональное значение четвертичной структуры белка.</p>
18.	УК-1.ИД1	Тема 18..Посттрансляционные	Посттрансляционная модификация белков.

	ОПК-1.ИД1 ОПК-1.ИД2 ПК-5.ИД1 ПК-5.ИД2 ПК-5.ИД3	модификации белков. Фолдинг белков в клетке. Шапероны	Особенности реакций посттрансляционной модификации. Функциональное значение посттрансляционной модификации. Котрансляционные модификации белка. Модификации N- и C-концов белков. Модификация внутренних аминокислотных остатков белков. Гликозилирование белков. N-гликозилирование. O-гликозилирование. Сплайсинг белков. Ограниченный протеолиз. Липопротеины. Обратимые посттрансляционные модификации: примеры, функциональное значение. Пространственное сворачивание или фолдинг белков. Денатурация белков. Разрушение нативной конформации белков. Ренатурация белка <i>in vitro</i> . роль первичной структуры в пространственной сборке белка. Опыты Кристиана Анфинсена по восстановлению активности рибонуклеазы А. Этапы пространственной сборки белка <i>in vitro</i> . Интермедиат («расплавленная глобула»). Ферменты, облегчающие свертывание полипептидных цепей в компактную структуру (ферменты фолдинга, или фолдазы). Пространственное сворачивание белков <i>in vivo</i> . Участие молекулярных шаперонов в фолдинге белков. Свойства молекулярных шаперонов. Представители шаперонов -белки суперсемейства белков теплового шока (Hsp). Шапероны, взаимодействующие с растущей полипептидной цепью: триггерный фактор, комплекс NAC (Nascent polypeptide Associated Complex), префолдин. Общие свойства белков семейства Hsp70. Свойства белков семейства Hsp60 (Шаперонины). Шапероны семейства Hsp90.Общая схема участия шаперонов в фолдинге белков у прокариот и в цитозоле эукариот.
19.	УК-1.ИД1 ОПК-1.ИД1 ОПК-1.ИД2 ПК-5.ИД1 ПК-5.ИД2 ПК-5.ИД3	Тема 19. Транспорт белков в клетке. Везикулярный транспорт белков в клетке	Транспорт белков в различные компартменты эукариотической клетки. Методические подходы для изучения транспорта белков в различные компартменты клетки. Сигнальная гипотеза транспорта белков в клетке. Способы транспортировки белков между компартментами в клетке: трансмембранный, канальный, везикулярный транспорт. Транспорт белков в эндоплазматический ретикулум (ЭР). Транспорт белков в митохондрии и хлоропласты. Транспорт белков между ядром и цитозолем. Везикулярный транспорт. Секреторный путь синтеза и сортировки белков. Методы изучения секреторного транспорта. Транспорт белков из ЭР в аппарат Гольджи. Везикулярно-тубулярные кластеры (VTC). Модели транспорта через аппарат Гольджи. Возвращение резидентных белков ЭР. Сигналы сортировки, направляющие секретируемые и мембранные белки в специфические транспортные везикулы. Транспорт гидролаз в лизосомы. Распознавание лизосомных гидролаз и формирование транспортного сигнала. Пути секреции в клетках. Пути сортировки мембранных белков в поляризованных клетках. Молекулярные механизмы везикулярного транспорта.
20.	УК-1.ИД1 ОПК-1.ИД1 ОПК-1.ИД2 ПК-5.ИД1	Тема 20. Контроль качества белков в клетке. Механизмы деградации белков в клетке	Система контроля качества белков в клетке. Система контроля качества белка в <i>E. Coli</i> . Контроль качества белка в эндоплазматическом ретикулуме. Роль шаперонов в контроле качества белков. Ответ клетки на увеличение количества неправильно собранных

	ПК-5.ИД2 ПК-5.ИД3		белков. Реакция неправильно собранных белков (UPR). Значение протеолитической деградации белков в жизни клетки. Внеклеточные и внутриклеточные механизмы деградации белков. Механизмы деградации белков. Убиквитин-зависимая система протеолиза белков. Специальные сигналы, распознаваемые различными ферментами убиквитин-конъюгирующего комплекса. Ферменты убиквидин-конъюгирующего комплекса. Протеасомы. Структура 26S-протеасомы. Болезни, вызываемые неправильно собранными белками.
21.	УК-1.ИД1 ОПК-1.ИД1 ОПК-1.ИД2 ОПК-3.ИД1 ОПК-3.ИД3 ПК-5.ИД1 ПК-5.ИД2 ПК-5.ИД3	Тема 21. Экспрессия белка в культуре бактериальных клеток	Рекомбинантные белки. Распространение в природе. Методы получения рекомбинантных белков. Применение рекомбинантных белков. Экспрессирующие векторы и экспрессионные штаммы. Индукция экспрессии белка с помощью ИПТГ. Методы тестирования структуры и уровня экспрессии гена. Метод RT-PCR. Гибридизация по Саузерну. Нозерн-гибридизация. Вестерн блоттинг. Принципы электрофоретического разделения белков. Виды белкового электрофореза. Электрофорез белков в ПААГ. Окрашивание гелей Кумасси. Методы очистки белков. Методы анализа структуры белков. Методы изучения межбелковых взаимодействий.

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

#### 4. Тематический план дисциплины

##### 4.1. Тематический план контактной работы обучающихся с преподавателем

№ п/п	Виды учебных занятий/ форма промежуточной	Период обучения (семестр). Порядковые номера и наименование разделов (модулей) <i>(при наличии)</i> . Порядковые номера и наименование тем (модулей) модулей. Темы учебных занятий.	Количество часов контактной работы	Виды текущего контроля успеваемости.**	Формы проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации ***					
					К П	О У	О П	О К	Л Р	ПР
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>8 семестр</b>										
		<b>Раздел 1. Введение в предмет. Задачи и основные этапы развития молекулярной биологии и генетики. Современное состояние науки</b>								
		<i>Тема 1. История развития генетики и молекулярной биологии. Основные законы генетики. Взаимосвязь генетики и молекулярной биологии</i>								
1	ЛЗ	История развития генетики и молекулярной биологии. Основные законы генетики. Взаимосвязь	2	Д	+					

		генетики и молекулярной биологии								
		<b>Раздел 2. Структура, свойства и функции нуклеиновых кислот</b>								
		<i>Тема 2. От нуклеотидов к геномам: структура и функции нуклеиновых кислот</i>								
2	ЛЗ	От нуклеотидов к геномам: структура и функции нуклеиновых кислот	2	Д	+					
		<i>Тема 3. Репликация ДНК</i>								
3	ЛЗ	Репликация ДНК	2	Д	+					
		<i>Тема 4. Механизмы регуляции поведения клеток. Клеточный цикл</i>								
4	ЛЗ	Механизмы регуляции поведения клеток. Клеточный цикл	2	Д	+					
		<i>Тема 5. Репарация ДНК</i>								
5	ЛЗ	Репарация ДНК	2	Д	+					
		<i>Тема 6. Генетическая рекомбинация</i>								
6	ЛЗ	Генетическая рекомбинация	2	Д	+					
		<i>Тема 7. Методы выделения, очистки и модификации нуклеиновых кислот</i>								
7	ПЗ	Принципы молекулярного клонирования	4	Д	+					
8	ЛПЗ	Выделение тотальной РНК из культуры клеток	4	ДТ	+					+
9	ЛПЗ	Синтез библиотеки кДНК. Получение кДНК целевого гена при помощи ПЦР	4	ДТ	+					+
10	ЛПЗ	Электрофоретическое разделение фрагментов ДНК	4	ДТ	+					+
11	ЛПЗ	Рестрикция ДНК. Обработка ДНК модифицирующими ферментами	4	ДТ	+					+
12	К	<i>Текущий рубежный (модульный) контроль по разделам 1–2</i>	4	ДР	+	+	+			
		<b>Раздел 3. Основы регуляции экспрессии генов</b>								
		<i>Тема 8. Транскрипция у прокариот</i>								
13	ЛЗ	Транскрипция у прокариот	2	Д	+					
		<i>Тема 9. Транскрипция у эукариот</i>								
14	ЛЗ	Транскрипция у эукариот	2	Д	+					
		<i>Тема 10. Процессинг первичных транскриптов</i>								
15	ЛЗ	Процессинг первичных транскриптов	2	Д	+					
		<i>Тема 11. Регуляция экспрессии генов</i>								
16	ЛЗ	Регуляция экспрессии генов	2	Д	+					
		<i>Тема 12. Некодирующие РНК</i>								
17	ЛЗ	Некодирующие РНК	2	Д	+					
		<i>Тема 13. Генетический код</i>								
18	ЛЗ	Генетический код	2	Д	+					
		<i>Тема 14. Клонирование кДНК гена в экспрессирующий вектор</i>								
19	ЛПЗ	Выделение фрагментов ДНК из агарозного геля на колонках.	4	ДТ	+					+



		Лигирование ДНК								
20	ЛПЗ	Трансформация бактериальных клеток плазмидами	4	ДТ	+					+
21	ЛПЗ	Отбор клонов, содержащих вектор с целевым геном с помощью ПЦР	4	ДТ	+					+
22	ЛПЗ	Выделение плазмидной ДНК методом щелочного лизиса	4	ДТ	+					+
23	ЛПЗ	Методы анализа ДНК и РНК. Рестрикционный анализ плазмидной ДНК.	4	ДТ	+					+
24	К	<i>Текущий рубежный (модульный) контроль по разделу 3</i>	4	ДР	+	+	+			
		<b>Раздел 4. Механизмы трансляции. Структура и биогенез белков</b>								
		<i>Тема 13. Дорибосомный этап биосинтеза белков</i>								
25	ЛЗ	Дорибосомный этап биосинтеза белков	2	Д	+					
		<i>Тема 14. Рибосома. Биосинтез белков</i>								
26	ЛЗ	Рибосома. Биосинтез белков	2	Д	+					
		<i>Тема 15. Структурная организация белка в клетке. Фолдинг белков в клетке. Шапероны</i>								
27	ЛЗ	Структурная организация белка в клетке. Фолдинг белков в клетке. Шапероны	2	Д	+					
		<i>Тема 16. Посттрансляционные модификации белков</i>								
28	ЛЗ	Посттрансляционные модификации белков	2	Д	+					
		<i>Тема 17. Транспорт белков в клетке. Везикулярный транспорт белков в клетке</i>								
29	ЛЗ	Транспорт белков в клетке. Везикулярный транспорт белков в клетке	2	Д	+					
		<i>Тема 18. Контроль качества белков в клетке. Механизмы деградации белков в клетке</i>								
30	ЛЗ	Контроль качества белков в клетке. Механизмы деградации белков в клетке	2	Д	+					
		<i>Тема 21. Экспрессия белка в культуре бактериальных клеток</i>								
31	ПЗ	Экспрессирующие векторы и экспрессионные штаммы	4	Д	+					
32	ЛПЗ	Индукция экспрессии белков с помощью ИПТГ	4	ДТ	+					+
33	ЛПЗ	Электрофоретическое разделение белков в ПААГ	4	ДТ	+					+
34	ПЗ	Методы очистки белков. Методы изучения межбелковых взаимодействий	4	Д	+					

35	К	<i>Текущий рубежный (модульный) контроль по разделу 4</i>	4	ДР	+	+	+			
36	ИЗ	<i>Текущий итоговый контроль по разделам 1–4</i>	4	ДИ	+			+		
		<b>Всего часов за семестр:</b>	<b>108</b>							
	Э	<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>9</b>			+				+
		<b>Всего часов по дисциплине:</b>	<b>117</b>							

### Условные обозначения:

Виды учебных занятий и формы промежуточной аттестации \*

Виды учебных занятий, формы промежуточной аттестации	Сокращённое наименование	
	Лекционное занятие	Лекция
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/ \*\*\***

<b>№</b>	<b>Формы проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся (ФТКУ) ***</b>	<b>Техническое и сокращённое наименование</b>		<b>Виды работы обучающихся (ВРО) ***</b>	<b>Типы контроля</b>
1	Контроль присутствия (КП)	Присутствие	КП	Присутствие	Присутствие
2	Учет активности (А)	Активность	А	Работа на занятии по теме	Участие
3	Опрос устный (ОУ)	Опрос устный	ОУ	Выполнение задания в устной форме	Выполнение обязательно
4	Опрос письменный (ОП)	Опрос письменный	ОП	Выполнение задания в письменной форме	Выполнение обязательно
5	Опрос комбинированный (ОК)	Опрос комбинированный	ОК	Выполнение заданий в устной и письменной форме	Выполнение обязательно
6	Тестирование в электронной форме (ТЭ)	Тестирование	ТЭ	Выполнение тестового задания в электронной форме	Выполнение обязательно
7	Проверка реферата (ПР)	Реферат	ПР	Написание (защита) реферата	Выполнение обязательно
8	Проверка лабораторной работы (ЛР)	Лабораторная работа	ЛР	Выполнение (защита) лабораторной работы	Выполнение обязательно
9	Подготовка учебной истории болезни (ИБ)	История болезни	ИБ	Написание (защита) учебной истории болезни	Выполнение обязательно
10	Решение практической (ситуационной) задачи (РЗ)	Практическая задача	РЗ	Решение практической (ситуационной) задачи	Выполнение обязательно
11	Подготовка курсовой работы (ПКР)	Курсовая работа	ПКР	Выполнение (защита) курсовой работы	Выполнение обязательно
12	Клинико-практическая работа (КПР)	Клинико-практическая работа	КПР	Выполнение клинико-практической работы	Выполнение обязательно
13	Проверка конспекта (ПК)	Конспект	ПК	Подготовка конспекта	Выполнение обязательно
14	Проверка контрольных нормативов (ПKN)	Проверка нормативов	ПKN	Сдача контрольных нормативов	Выполнение обязательно
15	Проверка отчета (ПО)	Отчет	ПО	Подготовка отчета	Выполнение обязательно
16	Контроль выполнения домашнего задания (ДЗ)	Контроль самостоятельной работы	ДЗ	Выполнение домашнего задания	Выполнение обязательно, Участие
17	Контроль изучения электронных образовательных ресурсов (ИЭОР)	Контроль ИЭОР	ИЭОР	Изучения электронных образовательных ресурсов	Изучение ЭОР

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

### 5.1. Планируемые результаты обучения по темам и разделам дисциплины

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

### 5.2. Формы проведения текущего контроля успеваемости

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

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

#### 5.3.1. Условные обозначения:

Типы контроля (ТК)\*

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

Виды текущего контроля успеваемости (ВТК)\*\*

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

#### 5.3.2. Структура текущего контроля успеваемости по дисциплине

8 семестр

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

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

8 семестр

Вид контроля	План %	Исходно		ФТКУ / Вид работы	ТК	План %	Исходно		Коэф.
		Баллы	%				Баллы	%	
Текущий дисциплинирующий контроль	5	36	16,6	Контроль присутствия	П	5	36	16,6	0.14
Текущий тематический контроль	35	110	51	Выполнение лабораторной работы	В	35	110	51	0.32
Текущий рубежный (модульный) контроль	40	60	27,8	Опрос устный	В	20	30	13,9	0.67
				Опрос письменный	В	20	30	13,9	0.67
Текущий итоговый контроль	20	10	4,6	Опрос комбинированный	В	20	10	4,6	2
<b>Мах кол. баллов</b>	<b>100</b>	<b>216</b>							

**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**

8 семестр.

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

### ***Перечень тем и вопросов для подготовки к промежуточной аттестации:***

1. Открытие основных законов генетики: Мендель, его предшественники и последователи. Развитие Менделизма. Теория мутаций, наследственная и модификационная изменчивость. Основные типы взаимодействия генов. Закон Харди-Вайнберга.
2. Хромосомная теория наследственности. Сцепленное с полом наследование, группа сцепления, кроссинговер, линейное расположение генов, интерференция, генетические карты, политенные хромосомы. Пенетрантность и экспрессивность. Хромосомные перестройки.
3. «Центральная догма» молекулярной биологии. Реализация «центральной догмы» при биосинтезе белков у про- и эукариот. Первичная структура нуклеиновых кислот.
4. Вторичная структура ДНК. Формы ДНК.
5. Характеристика систем рестрикции-модификации. Применение этих систем в молекулярной биологии.
6. Топологические проблемы двунитевых молекул ДНК. Сверхспирализация ДНК; ее роль в формировании особых структур ДНК. Топоизомеразы.
7. Макромолекулярная структура РНК. Вторичная и третичная структура тРНК.
8. Типы РНК. Их участие в биосинтезе белков, в подавлении экспрессии генов и модификации других РНК.
9. Основные принципы репликации ДНК.
10. Репликоны про- и эукариот. Точки начала репликации (ориджины репликации). Согласованность репликации и клеточного деления у эукариот.
11. Общие свойства ДНК-полимераз.
12. Репликация: основные этапы и участвующие молекулы.
13. ДНК-полимеразы *E. coli*. Субъединичный состав и роль отдельных субъединиц ДНК-полимеразы III.
14. Ассиметричный синтез ДНК. Согласованная репликация двух родительских цепей ДНК в репликативной вилке.
15. Эукариотические ДНК-полимеразы.
16. Репликация концов эукариотических хромосом. Теломераза.
17. Двунправленный рост двух дочерних цепей ДНК от одной точки *ori* при репликации. Исключения из этого правила.
18. Сигнальные каскады. Принципы передачи сигнала в клетке.
19. Клеточный цикл. Принципы клеточного цикла у прокариот и эукариот.

20. Регуляция клеточного цикла у эукариот. Нарушения клеточного цикла в болезнях.
21. Регуляция входа в репликацию. Регуляция репликации. Регуляция входа в митоз. Митоз.
22. Причины повреждений ДНК. Классификация повреждений ДНК. Стратегии коррекции повреждений.
23. Эксцизионная репарация. Генная конверсия.
24. Индуцируемая репарация.
25. Репарация неспаренных (обычных) нуклеотидов. Репарация дочерней нити, зависящая от метилирования.
26. Репарация повреждений двух цепей ДНК.
27. Гомологичная рекомбинация. Мейотическая и митотическая рекомбинация. Эктопическая рекомбинация. Специализированные системы гомологичной рекомбинации.
28. Модель Холлидея.
29. Белок RecA *E.coli* и его роль в гомологичной рекомбинации. Рекомбинация у *E.coli* in vivo. Гомологичные ферменты рекомбинации у различных организмов.
30. RecBCD - основной путь гомологичной рекомбинации у *E.coli*.
31. Сайт-специфическая рекомбинация. Ферменты, осуществляющие сайт-специфическую рекомбинацию: интегразы и инвертазы.
32. Интеграция вирусных геномов. Инверсии в геноме. Перемещения мобильных элементов.
33. РНК-полимеразы бактерий и эукариот.
34. Инициация транскрипции РНК-полимеразой II эукариот на базальном промоторе.
35. Транскрипционный цикл.
36. Промоторы про- и эукариот.
37. Регуляция экспрессии оперонов прокариот. Активаторы и репрессоры транскрипции
38. Схема регуляции лактозного оперона.
39. Аттенуация транскрипции. Rho-зависимая и rho-независимая терминация.
40. Регуляция транскрипции полимеразой II у эукариот. Понятие о цис- и транс-регуляции транскрипции. Коактиваторы и корепрессоры. Медиатор. Энхансеры.
41. Гистоновый код. Активный и неактивный хроматин. Роль нуклеосомных структур в активации экспрессии гена
42. Механизмы посттранскрипционного контроля: РНК-переключатели (riboswitches).
43. РНК-редактирование, РНК-интерференция (RNAi).
44. Процессинг 5'- и 3' концов мРНК у эукариот.
45. Формирование рибонуклеопротеиновых частиц. "Контроль качества" пре-мРНК в ядре. Транспорт мРНК через ядерную мембрану.
46. Процессинг мРНК у эукариот: сплайсинг экзонов. Альтернативный сплайсинг и транс-сплайсинг. Малые ядерные РНП эукариот и их роль в сплайсинге.
47. Классификация нкРНК, их структура и биогенез. Отличия и сходства в процессинге нкРНК и мРНК.
48. Роль нкРНК в образовании ядерных телец, регуляции транскрипции и организации пространственной структуры хроматина.
49. Генетический код.
50. тРНК – адаптор белкового синтеза. Гипотеза нестрогого соответствия Ф.Крика
51. Дорибосомный этап белкового синтеза. Аминоацил-тРНК-синтетазы: специфичность, разнообразие, субъединичная структура.
52. Строение и функции рибосомы. Рибозимы.

53. Сопряженность транскрипции и трансляции у бактерий. Полирибосомы. Локализация рибосом в клетке. Свободные и мембраносвязанные рибосомы. Рибосомы митохондрий и хлоропластов.
54. Элементарный элонгационный цикл рибосомы. Взаимная подвижность рибосомных субчастиц при элонгации.
55. Инициация и терминация трансляции. Инициаторы трансляции и способ распознавания первого кодона мРНК у прокариот и эукариот. Роль UTR в регуляции трансляции.
56. Структура белков.
57. Определение первичной структуры пептидов. Методы исследования вторичной, третичной и четвертичной структуры белка.
58. Посттрансляционные и котрансляционные модификации белков.
59. Пространственная сборка белков. Роль первичной структуры. Ферменты фолдинга.
60. Участие молекулярных шаперонов в сборке белков. Общая характеристика, функциональное значение.
61. Шапероны, взаимодействующие с растущей полипептидной цепью.
62. Роль шаперонов семейств HSP70, HSP60 и HSP90 в фолдинге белков. Отличия этих семейств друг от друга.
63. Транспорт и сортировка белков в клетке (общая схема).
64. Сигнальная гипотеза транспорта белков в клетке.
65. Секреторный путь синтеза и сортировки белков.
66. Система контроля качества белков в клетке.
67. Значение протеолитической деградации белков в жизни клетки. Внеклеточные и внутриклеточные механизмы деградации белков. Протеасомы. Болезни, вызываемые неправильно собранными белками.
68. Убиквитин-зависимая система протеолиза белков в клетке.

## **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.**

### **8 семестр**

**Порядок промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине в форме экзамена:**

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

Порядок допуска обучающихся к промежуточной аттестации в форме экзамена, критерии, показатели и порядок балльно-рейтинговой системы промежуточной



аттестации обучающихся по дисциплине в форме экзамена, а также порядок перевода рейтинговой оценки обучающегося в традиционную систему оценок устанавливается Положением о балльно-рейтинговой системе текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации с изменениями и дополнениями (при наличии).

Условные обозначения:

Типы контроля (ТК)\*\*

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

Структура итогового рейтинга по дисциплине

Дисциплина	Основы молекулярной биологии	
Специальность	30.05.01 «Медицинская биохимия»	
Семестры	8	
Трудоемкость семестров в часах (Тдсі)	180	
Трудоемкость дисциплины в часах за весь период ее изучения (Тд)	180	
Весовые коэффициенты семестровой рейтинговой оценки с учетом трудоемкости (Кросі)	1	
Коэффициент экзаменационного семестрового рейтинга за все семестры изучения дисциплины		0.7
Экзаменационный коэффициент (Кэ)		0.3

Структура промежуточной аттестации в форме экзамена

Форма промежуточной аттестации	Формы текущего контроля успеваемости/виды работы *		ТК**	Мах.	Весовой коэффициент, %	Коэффициент одного балла в структуре экзаменационной рейтинговой оценки	Коэффициент одного балла в структуре итогового рейтинга по дисциплине
Экзамен (Э)	Контроль присутствия	КП	КП	0	0		
	Опрос устный	ОУ	В	20	80	4	1.2

	Проверка реферата	ПР	В	10	20	2	0.6
--	-------------------	----	---	----	----	---	-----

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

Типовой экзаменационный билет для проведения экзамена по дисциплине  
«Основы молекулярной биологии»  
по специальности 30.05.03 «Медицинская биохимия»

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России)  
Кафедра молекулярной биологии и медицинской биотехнологии МБФ  
**Экзаменационный билет № 1**

*для проведения экзамена по дисциплине  
«Основы молекулярной биологии»  
по специальности 30.05.01 «Медицинская биохимия»*

1. Открытие основных законов генетики: Мендель, его предшественники и последователи. Развитие Менделизма. Теория мутаций, наследственная и модификационная изменчивость. Основные типы взаимодействия генов. Закон Харди-Вайнберга.
2. Инициация транскрипции РНК-полимеразой II эукариот на базальном промоторе.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Прохорчук Е.Б.

### 8. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины

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

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

- внимательно прочитать материал предыдущей лекции;
- ознакомиться с учебным материалом по учебнику, учебным пособиям, а также электронным образовательным ресурсам с темой прочитанной лекции;
- внести дополнения к полученным ранее знаниям по теме лекции на полях лекционной тетради;

- записать возможные вопросы, которые следует задать преподавателю по материалу изученной лекции.

Для подготовки к лабораторно- практическим занятиям обучающийся должен:

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

Для подготовки к занятиям семинарского типа обучающийся должен:

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

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

Выполнение домашних заданий осуществляется в форме:

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

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

Текущий рубежный (модульный) контроль успеваемости обучающихся по дисциплине *«Основы молекулярной биологии»* осуществляется в ходе проведения отдельного вида занятия– коллоквиума.

Для подготовки к текущему тематическому контролю обучающемуся следует изучить учебный материал по теме занятия или отдельным значимым учебным вопросам, по которым будет осуществляться опрос; освоить методики экспериментов, выполнявшихся на занятии.

Для подготовки к текущему рубежному (модульному) и текущему итоговому контролю обучающемуся следует изучить учебный материал по наиболее значимым темам и (или) разделам дисциплины в семестре; освоить практические навыки

молекулярного клонирования (выделение и очистка плазмидной ДНК, электрофорез нуклеиновых кислот, обработка ДНК различными ферментами модификации и рестрикции, постановка полимеразной цепной реакции, трансформация бактериальных клеток плазмидами, селекция рекомбинантных клонов, индукция экспрессии белка, электрофорез белков, окрашивание белков Кумасси), планирования и анализа молекулярно-биологических экспериментов; проработать ситуационные задачи, которые разбирались на занятиях или были рекомендованы для самостоятельного решения.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена по дисциплине *Основы молекулярной биологии* организуется в период экзаменационной сессии согласно расписанию экзаменов.

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

При подготовке к собеседованию по билетам следует:

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

При подготовке итогового реферата по предложенной преподавателем теме следует руководствоваться следующими требованиями:

- **Требования к оформлению титульного листа:** вверху страницы по центру указывается название учебного заведения (ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России), ниже по центру название кафедры (Кафедра молекулярной биологии и медицинской биотехнологии). В середине страницы по центру заглавными буквами пишется название реферата (темы реферата выбирается из предложенного преподавателем списка). Ниже названия справа пишется фамилия и инициалы исполнителя с указанием факультета и номера группы, ниже фамилия и инициалы преподавателя. Внизу страницы по центру – город и год написания.

- **Требования к содержанию реферата:** реферат включает введение, основную часть и заключительную часть. Во введении приводится краткое обоснование актуальности темы, научное и практическое значение для соответствующей отрасли. Основная часть реферата содержит материал, который отобран студентом для рассмотрения проблемы. В общем смысле основным в реферате должно быть раскрытие темы, достижение того результата, который задан целью. В заключении автор формулирует выводы по разделам реферата или подводит итог по работе в целом.

- **Требования к наглядным материалам:** наглядными материалами могут служить рисунки, фотографии, графики, диаграммы, таблицы и т.д. Все вышеперечисленное должно иметь сквозную нумерацию и обязательные ссылки в тексте.

- **Требования к списку используемой литературы:** при подготовке реферата основные использованные литературные источники должны быть не ранее 2000-го года,

Источники должны быть перечислены в алфавитной последовательности (по авторам).  
Список должен включать не менее 5 источников.

## 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 /Конищев А. С. [Текст] : учеб. для высш. проф. образования. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Академия, 2012. - 400 с.	33	-
2.	Молекулярная биология : рибосомы и биосинтез белка /Спирин А. С. [Текст] : учеб. для вузов. - М. : Академия, 2011. - 496 с.	50	-
3.	Гены/ Льюин Б. [Текст]. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 896 с. - Пер. изд.: Genes IX / В. Lewin. Boston etc. : Jones and Bartlett publ.	70	-
4.	Основы молекулярной биологии клетки [Текст] / Б. Альбертс, Д. Брей, К. Хопкин и др. ; пер. с англ. под ред. С. М. Глаголева, Д. В. Ребрикова. - Москва : БИНОМ. Лаб. знаний, 2015. - 768 с. : ил. + DVD. - (Лучший зарубежный учебник). - Указ. терм.: с. 751-756. - Пер. изд.: Essential cell biology / В. Alberts et all. 3rd ed. New York, London : Garland Science. - Содерж. DVD : Ориг. изд. на англ. яз	22	-
5.	Молекулярная биология клетки [Текст] : рук. для врачей : пер с англ. / Д. М. Фаллер, Д. Шилдс ; [пер. с англ. А. Анваера и др.] ; под ред. И. Б. Збарского. - Москва : Бином-Пресс, 2014. - 256 с. : ил.	20	-
6.	Молекулярная биология клетки [Текст] : с задачами Д. Уилсона и Т. Ханта : [в 3 т.] : пер с англ. - Москва ; Ижевск : Ин-т компьютер. исслед. : Регуляр. и хаот. динамика, 2013. - Пер. изд.: Molecular biology of the cell : ref. ed. / В. Alberts et al. - 5th ed. - (Garland Science : Taylor & Francis Group). - Сплош. паг. - Т. 1 / под ред. А. А. Миронова, Л. В. Мочаловой / пер. с англ. А. А. Светлова, О. В. Карловой. - 2013.	4	-
7.	Молекулярная биология клетки [Текст] : с задачами Д. Уилсона и Т. Ханта : [в 3 т.] : пер с англ. - Москва ; Ижевск : Ин-т компьютер. исслед. : Регуляр. и хаот. динамика, 2013. - Пер. изд.: Molecular biology of the cell : ref. ed. / В. Alberts et al. - 5th ed. - (Garland Science : Taylor & Francis Group). - Сплош. паг. - Т. 2 / под ред. Е. Н. Богачевой, И. Н. Шатского / пер. с англ. А. А. Дьяконовой, А. В. Дюбы. - 2013.	4	-
8.	Молекулярная биология клетки [Текст] : с задачами Д. Уилсона и Т. Ханта : [в 3 т.] : пер с англ. - Москва ; Ижевск : Ин-т компьютер. исслед. : Регуляр. и хаот. динамика, 2013. - Пер. изд.: Molecular biology of the cell : ref. ed. / В. Alberts et al. - 5th ed. - (Garland Science : Taylor & Francis Group). - Сплош. паг. - Т. 3 / под ред. Е. С. Шилова и др. / пер. с англ. А. Н. Дьяконова и др. - 2013.	Удаленный доступ	<a href="http://marc.rsmu.ru:8020/marcweb2/Default.aspx">http://marc.rsmu.ru:8020/marcweb2/Default.aspx</a>
9.	Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии	Удален	<a href="http://">http://</a>

	[Электронный ресурс] : пер. с англ. / под ред. К. Уилсон, Дж. Уолкер. – 2-е изд. (эл.). – Москва: БИНОМ. Лаб. знаний, 2015. – 855 с. – (Методы в биологии).	новый доступ	marc.rsmu.ru:8020/marcweb2/Default.aspx.
10.	ПЦР в реальном времени [Текст] / [Д. В. Ребриков, Г. А. Саматов, Д. Ю. Трофимов и др.] ; под ред. Д. В. Ребрикова. - 5-е изд. - Москва : БИНОМ. Лаб. знаний, 2014. - 223 с. : ил. - Библиогр. в конце гл. - Предм. указ. : С. 216-217. - Авт. указ. на обороте тит. л. 1	1	-
11.	ПЦР в реальном времени [Электронный ресурс] / [Д. В. Ребриков и др.] ; под ред. Д. В. Ребрикова. – 4-е изд. (эл.). – Москва : БИНОМ. Лаб. знаний, 2020. – 223 с.	Удаленный доступ	http://marc.rsmu.ru:8020/marcweb2/Default.aspx.

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

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

### Электронное информационное обеспечение и профессиональные базы данных

1. Электронная библиотечная система РНИМУ  
<https://library.rsmu.ru/resources/e-lib/els/>

### Современные профессиональные базы данных (в том числе международные реферативные базы данных научных изданий) и информационные справочные системы

2. Электронно-библиотечные системы, к которым обеспечивается доступ для сотрудников и обучающихся РНИМУ
3. Консультант студента <https://www.studentlibrary.ru/>
4. ЭБС «Айбукс» <https://ibooks.ru/>
5. ЭБС «Лань» <https://e.lanbook.com/>
6. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
7. ЭБС «IPR BOOKS» <https://www.iprbookshop.ru/>
8. ЭБС «Букап» <https://www.books-up.ru/>

### Зарубежные ресурсы

9. Полнотекстовая коллекция ведущих журналов по биомедицинским исследованиям «Pub Med» <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>
10. EMBL (European Molecular Biology Laboratory) - Европейская молекулярно-биологическая лаборатория - <http://www.embl.org/>
11. PDB (Protein Data Bank) банк данных трёхмерных структур белков и нуклеиновых

- кислот - <http://www.rcsb.org>
12. CATH (Class, Architecture, Topology, Homology) - иерархическая классификация структур белковых доменов - <https://www.cathdb.info/>
  13. SCOP (Structural Classification of Proteins) - структурная классификация белков - <http://scop.mrc-lmb.cam.ac.uk/scop>
  14. Реферативная и аналитическая база научных публикаций и цитирования издательства Elsevier «Scopus» <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic&zone=header&origin=#basic>
  15. Аналитическая и цитатная база данных журнальных статей компании Thomson Reuters «Web of Science» <https://clarivate.com/>
  16. Реферативная база Wiley Online Library <https://onlinelibrary.wiley.com/>
  17. Полнотекстовая база и обучающие материалы журнала <https://www.nejm.org/>
  18. Платформа Nature <https://www.nature.com/siteindex>
  19. Архив научных журналов издательства Annual Reviews <https://www.annualreviews.org/>
  20. Архив научных журналов издательства Oxford University Press Oxford Academic <https://academic.oup.com/journals/?login=true>
  21. Электронная платформа для поиска и выгрузки полнотекстовых статей, опубликованных в зарубежных научных журналах открытого доступа Global eJournals Library <http://www.gejlibrary.com/>
  22. Платформа Springer Link <https://link.springer.com/>
  23. База рефератов и полных текстов научных статей PNAS Online <https://www.pnas.org/>

### **Отечественные ресурсы**

24. Российская государственная библиотека <https://www.rsl.ru/>
25. Российская национальная библиотека <https://nlr.ru/>
26. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru/>
27. Сайт вопросов и ответов по молекулярной биологии - <http://molbiol.ru/>
28. Биомолекула – научно-популярное интернет-издание - <https://biomolecula.ru/>

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

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

### **9.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-

образовательной среде университета из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), как на территории Университета, так и вне ее.

Электронная информационно-образовательная среда университета обеспечивает:

➤ доступ к учебному плану, рабочей программе дисциплины, электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочей программе дисциплины;

➤ формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранение его работ и оценок за эти работы.

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

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

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

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

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

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

## **Приложения:**

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

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

И. о заведующего кафедрой \_\_\_\_\_ /Прохорчук Е.Б./



	Содержание	Стр.
1.	Общие положения	4
2.	Формы работы обучающихся, виды учебных занятий и их трудоёмкость	7
3.	Содержание дисциплины (модуля)	7
4.	Тематический план дисциплины (модуля)	15
5.	Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине	20
6.	Организация промежуточной аттестации обучающихся	22
7.	Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)	24
8.	Методические указания обучающимся по освоению дисциплины (модуля)	26
9.	Учебно-методическое, информационное и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)	29
	Приложения:	
1)	Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине (модулю).	32
2)	Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).	32