

**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**

**«31» августа 2020 г.**

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **С.1.В.19 «МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ»**

для образовательной программы высшего образования -

программы специалитета

по специальности

30.05.01 Медицинская биохимия

Москва 2020 г.

Настоящая рабочая программа дисциплины С.1.В.19 «Молекулярная биология» (Далее – рабочая программа дисциплины), является частью программы специалитета по специальности 30.05.01 Медицинская биохимия.

Направленность (профиль) образовательной программы 30.05.01 Медицинская биохимия.

Форма обучения: очная

Рабочая программа дисциплины подготовлена на кафедре Молекулярной биологии и медицинской биотехнологии (далее – кафедра) ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России, авторским коллективом под руководством Фаворовой О.О., д-ра биол. наук, проф.

Составители:

№ п.п.	Фамилия, Имя, Отчество	Ученая степень, ученое звание	Занимаемая должность	Основное место работы	Подпись
1.	Фаворова Ольга Олеговна	д-р биол. наук, проф.	зав. каф.	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России	
2.	Кулакова Ольга Георгиевна	канд. биол. наук, доц.	доцент	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России	
3.	Матвеева Наталия Алексеевна	канд. биол. наук	доцент	ФГБУ «НМИЦ кардиологии» Минздрава России	
4.	Скамров Андрей Викторович	канд. биол. наук	доцент	ФГБУ «НМИЦ кардиологии» Минздрава России	
5.	Титов Борис Васильевич	канд. мед. наук	старший преподаватель	ФГБУ «НМИЦ кардиологии» Минздрава России	

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры (Протокол № 8 от «29» апреля 2020 г.).

Рабочая программа дисциплины рекомендована к утверждению рецензентами:

№ п.п.	Фамилия, Имя, Отчество	Ученая степень, ученое звание	Занимаемая должность	Основное место работы	Подпись
1.	Мошковский Сергей Александрович	д-р биол. наук, проф. РАН	зав. кафедрой биохимии медико-биологического факультета	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России	

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена советом медико-биологического факультета, протокол № 1 от «31» августа 2020 г.

Нормативно-правовые основы разработки и реализации рабочей программы дисциплины:

- 1) Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по специальности 30.05.01 «Медицинская биохимия», утвержден приказом Министра образования и науки Российской Федерации «11» августа 2016 года № 1013.
- 2) Общая характеристика образовательной программы.
- 3) Учебный план образовательной программы.
- 4) Устав и локальные акты Университета.

## **1. Общие положения**

### **1.1. Цель и задачи дисциплины:**

#### **1.1.1. Целью изучения дисциплины является:**

Целями освоения учебной дисциплины «Молекулярная биология» являются: 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 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 ООП:**

Дисциплина «Молекулярная биология» изучается в 9 семестре и относится к базовой части Блока С.1 Дисциплины. Является обязательной дисциплиной.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 з.е.

Для изучения дисциплины необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами: Иностранный язык (английский), Биология, Морфология: анатомия человека, гистология, цитология, Органическая и физическая химия, Общая биохимия, Общая и клиническая иммунология, Общая и медицинская генетика.

Знания, умения и навыки, сформированные на дисциплине «Молекулярная биология», будут использованы на последующих дисциплинах: Медицинские биотехнологии, Клиническая лабораторная диагностика, Организация научных и медико-биологических исследований, а также для прохождения преддипломной, НИР практики и выполнении выпускной квалификационной работы.

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

9 семестр

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю): (знания, умения, навыки)	Компетенции студента, на формирование которых направлены результаты обучения по дисциплине (модулю)	Шифр компетенции
<b>Общекультурные компетенции</b>		
<p><b>Знать:</b> структуру макромолекул, принципы и механизмы их воспроизведения, сохранения и функционирования;</p> <p><b>Уметь:</b> анализировать молекулярно-биологические процессы на основе знания принципов и механизмов функционирования важнейших макромолекул;</p> <p><b>Владеть навыками:</b> анализа и синтеза данных в области молекулярной биологии.</p>	<p>способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу</p>	<p>ОК-1</p>
<p><b>Знать:</b> основные виды научной, научно-практической и аналитической информации в области молекулярной биологии;</p> <p><b>Уметь:</b> анализировать источники научной, научно-практической и аналитической информации;</p> <p><b>Владеть навыками:</b> аналитической работы с различными источниками научной, научно-практической и аналитической информации в области молекулярной биологии для совершенствования своих профессиональных знаний и навыков.</p>	<p>готовность к саморазвитию, самореализации, самообразованию, использованию творческого потенциала.</p>	<p>ОК-5</p>
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>		
<p><b>Знать:</b> основные изучаемые проблемы молекулярной биологии и молекулярной медицины;</p> <p><b>Уметь:</b> выбирать адекватные методы и подходы для изучения молекулярно-биологических процессов и механизмов;</p> <p><b>Владеть навыками:</b> решения теоретических и практических задач в области молекулярной биологии и молекулярной медицины с использованием методологических и информационных ресурсов.</p>	<p>готовность решать стандартные задачи профессиональной деятельности с использованием информационных, библиографических ресурсов, медико-биологической терминологии, информационно-коммуникационных технологий и учетом основных требований информационной безопасности</p>	<p>ОПК-1</p>

<p><b>Знать:</b> основные понятия и принципы молекулярной биологии;</p> <p><b>Уметь:</b> воспроизводить основные молекулярно-биологические методы исследования для решения задач медико-биологических исследований;</p> <p><b>Владеть навыками:</b> использования теоретических и методических знаний для изучения природы и механизмов молекулярно-биологических процессов.</p>	<p>готовность к использованию основных физико-химических, математических и иных естественнонаучных понятий и методов при решении профессиональных задач</p>	<p>ОПК-5</p>
<p><b>Профессиональные компетенции</b></p>		
<p><b>Знать:</b> основы системного подхода для изучения молекулярно-биологических процессов, проходящих в клетке;</p> <p><b>Уметь:</b> использовать теоретические и методические знания в области молекулярной биологии для установления функциональных и структурных связей между элементами биологических систем;</p> <p><b>Владеть навыками:</b> изучения молекулярно-биологических процессов в клетке, опираясь на комплекс экспериментальных, естественнонаучных и статистических методов.</p>	<p>способность к применению системного анализа в изучении биологических систем</p>	<p>ПК-6</p>
<p><b>Знать:</b> основные направления научных исследований в молекулярной биологии и молекулярной медицине;</p> <p><b>Уметь:</b> формулировать задачи исследований в области молекулярной биологии и молекулярной медицины;</p> <p><b>Владеть навыками:</b> использования адекватных молекулярно-биологических методов для полученных данных в эксперименте и клинике, а также математического и статистического аппарата для их анализа.</p>	<p>способность к организации и проведению научных исследований, включая выбор цели и формулировку задач, планирование, подбор адекватных методов, сбор, обработку, анализ данных и публичное их представление с учетом требований информационной безопасности</p>	<p>ПК-13</p>

## 2. Основная часть.

## 2.1. Формы работы обучающихся, виды учебных занятий и их трудоёмкость

Формы работы обучающихся / Виды учебных занятий/ Формы промежуточной аттестации	Всего часов	Распределение часов по семестрам												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
<b>Учебные занятия</b>														
<i>Контактная работа обучающихся с преподавателем в семестре (КР), в т.ч.:</i>	<b>106</b>									<b>106</b>				
Лекционное занятие (ЛЗ)	34									34				
Семинарское занятие (СЗ)														
Практическое занятие (ПЗ)	36									36				
Практикум (П)														
Лабораторно-практическое занятие (ЛПЗ)	16									16				
Лабораторная работа (ЛР)														
Клинико-практические занятия (КПЗ)														
Специализированное занятие (СПЗ)														
Комбинированное занятие (КЗ)														
Коллоквиум (К)	16									16				
Контрольная работа (КР)														
Итоговое занятие (ИЗ)	4									4				
Групповая консультация (ГК)														
Конференция (Конф.)														
Иные виды занятий														
<i>Самостоятельная работа обучающихся в семестре (СРО), в т.ч.</i>	<b>74</b>									<b>74</b>				
Подготовка к учебным аудиторным занятиям	60									60				
Подготовка истории болезни														
Подготовка курсовой работы														
Подготовка реферата	14									14				
Иные виды самостоятельной работы (в т.ч. выполнение практических заданий проектного, творческого и др. типов)														
<b>Промежуточная аттестация</b>														
<i>Контактная работа обучающихся в ходе промежуточной аттестации (КРПА), в т.ч.:</i>	<b>36</b>									<b>36</b>				
Зачёт (З)														
Защита курсовой работы (ЗКР)														
Экзамен (Э)**	9									9				
<i>Самостоятельная работа обучающихся при подготовке к промежуточной аттестации (СРПА), в т.ч.</i>														
Подготовка к экзамену**	27									27				
<b>Общая трудоёмкость дисциплины (ОТД)</b>	<b>в часах: ОТД = КР+СРС+КРПА+СРПА</b>	<b>216</b>								<b>216</b>				
	<b>в зачетных единицах: ОТД (в часах):36</b>	<b>6</b>								<b>6</b>				

### 3. Содержание дисциплины (модуля)

#### 3.1 Содержание разделов (модулей), тем дисциплины (модуля)

№ п/п	Шифр компетенции	Наименование раздела (модуля), темы дисциплины (модуля)	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
1	2	3	4
<b>Раздел I. Нуклеиновые кислоты</b>			
1.	ОК-1 ОК-5 ОПК-1 ОПК-5 ПК-6 ПК-13	Тема 1.  Структура и свойства нуклеиновых кислот.  Пространственная организация нуклеиновых кислот	<p>Молекулярная биология, ее характеристика как науки, занимающейся исследованием биополимеров, их компонентов и комплексов, структуры и функции генов и геномов. История молекулярной биологии. Задачи молекулярной биологии. Фундаментальное и прикладное значение молекулярной биологии в медицине.</p> <p>Белки и нуклеиновые кислоты. Общее понятие об их функциях. ДНК и РНК как генетический материал. Центральная догма молекулярной биологии.</p> <p>Первичная структура нуклеиновых кислот. Нуклеотиды – мономеры нуклеиновых кислот. Пуриновые и пиримидиновые основания. Сахарный компонент нуклеотида; С'2-эндо- и С'3-эндо-конфигурации пентоз. Нуклеозиды; N-гликозидная связь, син- и анти-конформации. Нуклеотиды. Межнуклеотидные 5'-3'-фосфодиэфирные связи. Полярность линейной связи. Строение полинуклеотидной цепи как неразветвленного полимера. Экзонуклеазы и эндонуклеазы. ДНКазы и РНКазы.</p> <p>Количественное соотношение азотистых оснований в нуклеиновых кислотах. Правила Чаргаффа. Минорные нуклеотиды РНК. Азотистые основания и водородные связи между ними. Уотсон-Криковские комплементарные пары оснований; стэкинг-взаимодействия.</p> <p>Макромолекулярная структура ДНК. Двойная спираль Уотсона – Крика. Принцип комплементарности и его биологическое значение. Антипараллельность цепей с идентичным информационным содержанием. Основные формы ДНК. Правоспиральные В- и А- формы ДНК; конформации углеводного остатка и нуклеозида в них. Левоспиральная Z-форма ДНК; перемежающиеся конформации углеводных остатков и нуклеозидов. Н-форма ДНК, G-квадруплексы. Условия взаимопереходов между разными формами ДНК. Хатимодзи-ДНК Спирализация и сверхспирализация; параметры спирали и значение сверхспирализации. Упаковка ДНК. Гистоны эукариот и гистоноподобные белки прокариот.</p> <p>Макромолекулярная структура РНК. Спирализация и вторичная структура РНК. 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. Третичная структура РНК. Взаимодействие между спиральными участками. Структурные домены в РНК. Виды РНК и их функции.</p> <p>Методы выделения и очистка нуклеиновых кислот. Экстракция НК с помощью органических растворителей. Твердофазные методы выделения НК. Выделение ДНК из</p>



			парафиновых блоков. Выделение плазмидной ДНК. Определение количественных и качественных характеристик нуклеиновых кислот. Измерение концентрации ДНК и РНК. Оценка чистоты препарата нуклеиновых кислот. Электрофорез нуклеиновых кислот.
<b>Раздел II. Сохранение ДНК в ряду поколений</b>			
2.	ОК-1 ОК-5 ОПК-1 ОПК-5 ПК-6 ПК-13	Тема 2. Репликация ДНК.	<p>Репликация ДНК – основа размножения живых организмов, передачи наследственных свойств из поколения в поколение и развития многоклеточного организма из зиготы. Общие принципы репликации ДНК. Репликативная вилка. Одно- и двунаправленная репликация. Репликация кольцевых двунитевых ДНК, по типу «катящегося кольца», и «D-петли». Единица репликации – репликон. Единственный репликон бактерий и множество репликонов эукариот. Размеры репликонов. Точки начала репликации у про- и эукариот. Согласованность репликации и клеточного деления (регуляция репликации). Связь между репликацией и сегрегацией генома. Блокировка повторной репликации ДНК. Инициация репликации у <i>E.coli</i>. Связывание инициаторного белка DnaA со сверхспирализованной ДНК участка <i>ori</i>. Локальное расплетание ДНК и сборка праймосомы. Контроль репликации на уровне инициации.</p> <p>Репликация ДНК у прокариот. Механизм репликации. Роль ДНК-матрицы и РНК-затравки. ДНК-полимераза обеспечивает синтез ДНК как последовательное присоединение нуклеотидов к 3'-ОН-концу затравки. Образование комплементарного продукта. Уровень точности репликации ДНК. Корректирующая 3'-5' экзонуклеазная активность ДНК-полимераз. Другие ферменты репликации и их функции. Расплетение двойной спирали ДНК-матрицы хеликазами. Роль топоизомераз. Праймазы. Прерывистый синтез ДНК. Ассиметрия репликационной вилки. Фрагменты Оказаки. Механизм обеспечения согласованного синтеза ведущей и отстающей цепи. Реплисома. Завершение синтеза запаздывающей цепи из фрагментов Оказаки. Совместное действие ДНК-полимеразы I и РНКазы H. ДНК-лигаза и механизмы ее действия. Энергетический баланс репликации.</p> <p>ДНК-полимеразы <i>E.coli</i> (I (фермент Корнберга), II и III): их сходства и различия. Функции ДНК-полимераз в клетке <i>E.coli</i>: роль ДНК-полимеразы I в удалении дефектов при репарации и РНК-затравки при репликации; II – в репарации; III – в репликации. Реакция переноса одонитового разрыва («ник-трансляция»).</p> <p>Особенности репликация ДНК у эукариот. Эукариотические ДНК-полимеразы: ядерные альфа, бета-, дельта- и эpsilon--ДНК-полимеразы; митохондриальная гамма-ДНК-полимераза. Их строение и функции. Модель репликации нуклеосомной ДНК.</p> <p>Проблема репликации концов ДНК линейных хромосом (теломер). Строение теломер. Функции теломер. Теломераза – обратная транскриптаза с РНК-компонентом (РНК-матрицей для наращивания 3'-конца теломеразы). Укорочение теломерной ДНК вследствие «недорепликации» 3'-концевых участков ДНК как счетчик времени, определяющей старение клетки.</p> <p>ПЦР Полимеразная цепная реакция. Общие сведения о ПЦР. Области применения. Основные параметры реакции. Компоненты и условия проведения реакции. Оптимизация условий ПЦР. Термостабильные ДНК-полимеразы. Различные виды ПЦР. Электрофорез ПЦР-продуктов</p>
3.	ОК-1	Тема 3	Репарация ДНК – механизм исправления повреждений в

	ОК-5 ОПК-1 ОПК-5 ПК-6 ПК-13	Репарация ДНК.	<p>ней. Типы повреждений ДНК (точковые мутации, структурные нарушения) и их последствия. Некоторые типы спонтанных и индуцируемых повреждений ДНК. Универсальность принципов репарации у про- и эукариот. Эффективность систем репарации.</p> <p>Виды репарационных систем. Прямая реактивация повреждений. Репарация повреждений одной цепи: принцип использования информации ненарушенной цепи. Эксцизионная репарация. Репарация вырезанием основания. Удаление аномального основания специфической ДНК-N-гликозидазой с последующей репарацией AP-сайта. Репарация вырезанием нуклеотидов - репарация повреждений, заметно нарушающих структуру ДНК. Система Uvr ABC <i>E. coli</i>.</p> <p>Репарация неспаренных нуклеотидов. Механизмы появления неспаренных нуклеотидов (ошибки полимераз, образование гетеродуплексов при гомологичной рекомбинации). Зависящая от метилирования репарационная система <i>mut HLS</i> у <i>E. coli</i>. Репарация неспаренных нуклеотидов у эукариот. Роль метилирования ДНК. 5-метилцитозин как «горячая точка» мутагенеза.</p> <p>SOS-система репарации у прокариот и ее значение. Роль репрессора <i>lex A</i> в индукции SOS-системы. Взаимодействие <i>lex A</i> и <i>recA</i>. Репарация с участием продуктов генов <i>umuDC</i> определяет мутагенный эффект. Регуляция глубины и продолжительности SOS-ответа.</p> <p>Репарация двунитевых разрывов в ДНК: негомологичное соединение концов ДНК; отжиг гомологичных участков; гомологичная рекомбинация.</p> <p>Система рестрикции-модификации у зубактерий. Ее значение для уничтожения чужеродной ДНК. S-аденозилметионин – донор метильных групп. Системы рестрикции трех типов. Метилазы и рестриктазы типа II – отдельные ферменты. Узнавание и разрезание рестриктазами типа II коротких специфических (обычно полиндромных) последовательностей (4-6 пар оснований) с образованием «липких» или «тупых» концов. Бифункциональные ферменты типа III и I; их ассиметричные участки узнавания. Различия их участков разрезания по степени удаленности от участка узнавания. Взаимоисключающие реакции рестрикции-метилирования у ферментов типа I: АТФ и S-аденозилметионин как альтернативные субстраты или эффекторы. Борьба бактериофагов с системами рестрикции хозяина.</p>
4.	ОК-1 ОК-5 ОПК-1 ОПК-5 ПК-6 ПК-13	Тема 4. Генетическая рекомбинация	<p>Понятие генетической рекомбинации. Типы и общие принципы генетической рекомбинации. Гомологичная, или общая рекомбинация. Мейотическая рекомбинация. Модель рекомбинации Холидея: образование полухиазмы, формирование и удлинение гетеродуплекса за счет миграции ветвления, изомеризация и разрешение хиазмы. Кроссинговер. Универсальность модели Холидея. Другие модели гомологичной рекомбинации: модель Мезельсона-Рэддинга и модель Жостака. Синаптонемный комплекс при рекомбинации в мейозе, его строение. Формирование и функционирование рекомбинационных узелков. Конверсия генов. Сестринский хроматидный обмен.</p> <p>Основные белки, участвующие в гомологичной рекомбинации у про- и эукариот. Основной путь рекомбинации у <i>E. coli</i>: Rec BCD. Роль главного рекомбинационного белка Rec A. Резолвазы и белки, осуществляющие миграцию ветвления. Роль гомологичной</p>

			<p>рекомбинации, в том числе, в репарации ДНК.</p> <p>Эктопическая рекомбинация между гомологичными участками одного генома как частный случай гомологичной рекомбинации. Возникновение делеций, инверсий и дупликаций. Биологическое значение общей рекомбинации.</p> <p>Специализированные системы гомологичной рекомбинации. «Кассетный» механизм смены типов спаривания у гаплоидных дрожжей. Механизм антигенных вариаций у бактерий-паразитов. «Запасные» копии кольцевой ДНК у дейнококка Сайт-специфическая рекомбинация. Интеграция умеренных фагов в хромосомы бактерий. Переключение активности генов в результате инверсии участков ДНК. Участие сайт-специфичных изомераз (рекомбиназ). Использование рекомбиназ в молекулярной биологии. Сайт-специфическая рекомбинация у позвоночных – перестройка генов иммуноглобулинов и Т-клеточных рецепторов..</p> <p>Рекомбинация без гомологии, незаконная рекомбинация. Транспозиции: перемещение подвижных генетических элементов. Транспозоны и транспозазы. Нерепликативная транспозиция. Репликативная транспозиция. Ретротранспозоны. LINE- и – SINE-элементы. Биологическое значение подвижных генетических элементов.</p>
<b>Раздел III. Транскрипция</b>			
5.	ОК-1 ОК-5 ОПК-1 ОПК-5 ПК-6 ПК-13	Тема 5.  Основные принципы транскрипции ДНК у прокариот и эукариот.	<p>Транскрипция как основа регуляции экспрессии генов. Матричный синтез РНК. Комплементарность продукта РНК-полимеразной реакции матрице. 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.</p> <p>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.</p> <p>Инициация транскрипции: этапы. Понятие abortивного 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: фактор-зависимая и фактор-независимая. Фактор терминации ро.</p> <p>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</p>

			<p>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.</p> <p>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.</p>
6.	ОК-1 ОК-5 ОПК-1 ОПК-5 ПК-6 ПК-13	Тема 6. Процессинг первичных транскриптов.	<p>Понятие процессинга РНК. Процессинг мРНК эукариот. Роль РНК-полимеразы II. 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.</p> <p>Экзон-интронное строение кодирующей области предшественника мРНК эукариот. Сплайсинг экзонов. Механизмы сплайсинга, самосплайсинг. Интрон как рибозим. Сплайсосома: строение и функции. Альтернативный сплайсинг: виды и механизмы. Регуляция экспрессии генов путем альтернативного сплайсинга. Образование тканеспецифических изоформ белка. Экономичное использование РНК-предшественника. Трансплайсинг фрагментов РНК, синтезированных на разных генах. Миниэкзоны трипаносом и нематод. Механизм трансплайсинга с участием Y-интермедиата. Фенилкетонурия и талассемия как результат нарушения сплайсинга. Интроны как предшественники мРНК. Пересмотр понятия «один ген – один белок». Современное определение гена.</p> <p>Экспорт мРНК в цитоплазму после завершения сплайсинга. строение зрелой мРНК: 5'-нетранслируемая область, открытая рамка считывания и 3'-нетранслируемая область. Значение нетранслируемых областей мРНК: присутствие регуляторных элементов матричной активности; определение времени жизни мРНК и ее внутриклеточной локализации.</p> <p>Редактирование как частный случай процессинга. Некоторые типы редактирования РНК. Разрезание и подравнивание рРНК и тРНК бактерий; участие рибозима. Обнаружение интрона в 28S-рРНК инфузории. Процессинг тРНК и рРНК эукариот.</p>
<b>Раздел IV. Биосинтез и биогенез белков.</b>			
7.	ОК-1 ОК-5 ОПК-1	Тема 7. Генетический	<p>Генетический код. Экспериментальная расшифровка генетического кода. Понятие кодона. Свойства генетического кода: триплетность, специфичность,</p>

	ОПК-5 ПК-6 ПК-13	код.	<p>вырожденность, неперекрываемость, код без запятых. Универсальность генетического кода и исключения из нее. Различия между «универсальным» и митохондриальными генетическими кодами. Рамка считывания.</p> <p>Адапторная гипотеза Крика. Транспортные РНК. Изаоцепторные тРНК. Структура тРНК. Понятие антикодона тРНК. Его расположение во вторичной и третичной структуре тРНК. Кодон-антикодоновые взаимодействия. Стереохимия кодон-антикодонового комплементарного комплекса. Минорные нуклеотиды тРНК. Гипотеза нестроого соответствия Крика: неоднозначное спаривание первого нуклеотида антикодона с третьим нуклеотидом кодона.</p>
8.	ОК-1 ОК-5 ОПК-1 ОПК-5 ПК-6 ПК-13	Тема 8. Трансляция.	<p>Понятие трансляции. Химические реакции биосинтеза белков. Типы образующихся связей. Энзимология процесса. Энергетический баланс биосинтеза белков.</p> <p>Дорибосомный этап белкового синтеза. Реакции аминоацилирования тРНК: активирование аминокислот с образованием аминоациладенилатов и перенос аминоацильных 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.</p> <p>Рибосомный этап трансляции. Стадии трансляции: инициация, элонгация и терминация. Последовательное считывание мРНК рибосомами. Полирибосомы. Рабочий (элонгационный) цикл рибосомы.</p> <p>Структура рибосомы. Локализация рибосом в клетке. Свободные и мембраносвязанные рибосомы. Прокариотический и эукариотический типы рибосом. Рибосомы митохондрий и хлоропластов. Рибосомные РНК. Значение рибосомной РНК. Рибосомные белки. Функциональные активности и функциональные участки рибосом.</p> <p>Элонгационный цикл рибосомы. Участие фактора элонгации (EF-Tu эубактерий или EF-I эукариот) в связывании тРНК. EF-Tu и его взаимодействия; связывание тройного комплекса с рибосомой; роль гидролиза ГТФ. Последовательность событий и молекулярные механизмы. Транспептидация. Транслокация. Участие фактора элонгации (EF-G эубактерий или EF-2 эукариот) в транслокации. Сопряжение транслокации с EF-G - опосредованным гидролизом ГТФ Пре- и посттранслокационное состояние рибосомы. Передвижение матрицы при транслокации. Модель динамической работы рибосомы в элонгационном цикле.</p> <p>Инициация трансляции. Иницирующие кодоны и их положение в мРНК про- и эукариот. Инициаторные тРНК и инициаторы трансляции. Белковые факторы инициации. Инициация трансляции у прокариот. Последовательность событий в процессе инициации у прокариот. Инициация трансляции у эукариот.</p> <p>Терминация трансляции. Про- и эукариотические белковые факторы терминации; узнаваемые ими терминирующие кодоны. Связывание факторов терминации в А-участке рибосомы. Гидролиз пептидил-тРНК. Освобождение лигандов. Диссоциация субчастиц.</p>

			<p>Регуляция трансляции у прокариот. Участок связывания рибосомы (RBS) мРНК: инициаторный кодон; последовательность Шайна-Дальгарно, связывающая 3'-конец 16S-РНК малой субчастицы рибосомы. Энхансеры за пределами RBS. Изменение вторичной структуры мРНК: трансляционное сопряжение, вовлечение в шпильки инициаторных и терминирующих кодонов. Трансляционные репрессоры: аутогенная регуляция трансляции структурными белками рибосом <i>E.coli</i>. Регуляция трансляции у эукариот на стадии инициации. Включение активности кэп-связывающего инициаторного белка 4E путем фосфорилирования его самого и его репрессора; зависимость активности соответствующих киназ от условий и фазы роста клеток. Регуляция активности метионил-тРНК-связывающего фактора инициации 2 по механизму фосфорилирования его альфа-субъединицы протеинкиназой. РНК-интерференция. Малые интерферирующие РНК и микроРНК. Ингибиторы синтеза белка или РНК: механизмы действия антибиотиков.</p>
9.	ОК-1 ОК-5 ОПК-1 ОПК-5 ПК-6 ПК-13	Тема 9. Структурная организация белков. Посттрансляционная модификация и сборка белков.	<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.</p> <p>Уровни организации белковой молекулы. Первичная структура как уровень организации белка. Доказательство индивидуальности белка. Микрогетерогенность белков. Количественное определение аминокислотного состава белков. Определение первичной структуры пептидов. ДНФ метод Сенгера. Метод Эдмана. Автоматические секвенаторы.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>Четвертичная структура белка. Геометрия четвертичной структуры белка. Гомомерные и гетеромерные белки. Формирование множественных форм гетеромерных белков.</p>

			<p>Взаимодействия между субъединицами, стабилизирующие четвертичную структуру. Структурная организация контактов между субъединицами. Способы исследования четвертичной структуры белка. Функциональное значение четвертичной структуры белка.</p> <p>Выделение, очистка и идентификация белковых молекул. Основные этапы выделения и очистки белков из различных образцов. Принципы центрифугирования. Фракционирование органелл клетки при помощи центрифугирования. Экстракция белков из гомогенатов тканей. Выделение интегральных и периферических мембранных белков. Удаление из раствора небелковых веществ. Физико-химические свойства белков, на которых основано разделение смеси белков на индивидуальные белки. Очистка белков осаждением. Количественное определение белка. Хроматографические методы исследования белков. Принцип метода. Гель-фильтрация. Распределительная хроматография. Адсорбционная хроматография. Ионообменная хроматография. Аффинная хроматография. Электрофоретические методы исследования белков. Электрофорез, принцип метода. Электрофорез белков в полиакриламидном геле (ПААГ). Нативный электрофорез. Электрофорез белков в ПААГ в присутствии додецилсульфата натрия (SDS-PAGE). Электрофорез в градиентном ПААГ. Ступенчатый электрофорез или диск-электрофорез. Изоэлектрическое фокусирование. Методы идентификации белковых молекул. Двумерный электрофорез белков (2D-PAGE). Масс-спектрометрия. Иммуноферментный анализ. Иммуноблоттинг (вестерн-блоттинг, Western blot).</p> <p>Посттрансляционная модификация белков. 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.</p> <p>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.</p>
10.	ОК-1 ОК-5	Тема 10. Транспорт	Транспорт белков в различные компартменты эукариотической клетки. Методические подходы для





1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>9 семестр</b>											
		<b>Раздел I Нуклеиновые кислоты</b>	<b>16</b>								
		<i>Тема 1. Структура и свойства нуклеиновых кислот. Пространственная организация нуклеиновых кислот</i>									
1	ЛЗ	Введение в молекулярную биологию. Структура и свойства нуклеиновых кислот	2	Д	+						
2	ЛЗ	Пространственная организация нуклеиновых кислот	2	Д	+						
3	ПЗ	Методы выделения и очистки НК	4	Д,Т	+	+					
4	ЛПЗ	Выделение ДНК на колонках	4	Д,Т	+				+		
5	К	Текущий рубежный (модульный) контроль по разделу 1	4	Д,Р	+		+	+			
		<b>Раздел II Сохранение ДНК в ряду поколений</b>	<b>32</b>								
		<i>Тема 2. Репликация ДНК.</i>									
6	ЛЗ	Репликация ДНК	2	Д	+						
7	ПЗ	Полимеразная цепная реакция	4	Д, Т	+	+					
8	ЛПЗ	Полимеразная цепная реакция	4	Д, Т	+				+		
9	ЛПЗ	Электрофорез ДНК в агарозном геле	4	Д, Т	+				+		
		<i>Тема 3. Репарация ДНК.</i>									
10	ЛЗ	Репарация ДНК	2	Д	+						
11	ПЗ	Рестриктазы. Системы рестрикции-модификации	4	Д, Т	+	+					
		<i>Тема 4. Генетическая рекомбинация</i>									
12	ЛЗ	Генетическая рекомбинация	2	Д	+						
13	ЛЗ	Специализированные системы рекомбинации	2	Д	+						
14	ПЗ	Подвижные генетические элементы	4	Д, Т	+						
15	К	Текущий рубежный (модульный) контроль по разделу 2	4	Д, Р	+		+	+			
		<b>Раздел III Транскрипция</b>	<b>18</b>								
		<i>Тема 5. Основные принципы транскрипции ДНК у прокариот и эукариот.</i>									
16	ЛЗ	Основные принципы транскрипции у прокариот	2	Д	+						
17	ЛЗ	Основные принципы транскрипции у эукариот	2	Д	+						

18	ЛПЗ	Методы получения кДНК, подбор праймеров.	4	Д, Т	+				+		
		<i>Тема 6. Процессинг первичных транскриптов.</i>									
19	ЛЗ	Процессинг первичных транскриптов	2	Д	+						
20	ПЗ	Контроль экспрессии генов	4	Д, Т	+	+					
21	К	Текущий рубежный (модульный) контроль по разделу 3	4	Д, Р	+		+	+			
		<b>Раздел IV Биосинтез и биогенез белков</b>	<b>40</b>								
		<i>Тема 7. Генетический код</i>									
22	ЛЗ	Генетический код	2	Д	+						
		<i>Тема 8. Трансляция.</i>									
23	ЛЗ	Дорибосомный этап биосинтеза белков	2	Д	+						
24	ЛЗ	Рибосома. Биосинтез белков	2	Д	+						
		<i>Тема 9. Структурная организация белков. Посттрансляционная модификация и сборка белков</i>									
25	ЛЗ	Структурная организация белков	2	Д	+						
26	ЛЗ	Посттрансляционные модификации белков	2	Д	+						
27	ПЗ	Методы выделения и очистки белковых молекул	4	Д, Т	+						
28	ПЗ	Методы идентификации белковых молекул	4	Д, Т	+	+					
29	ПЗ	Пространственная сборка белков. Роль молекулярных шаперонов в сборке белков	4	Д, Т	+						
		<i>Тема 10. Транспорт белков в клетке. Контроль качества белков в клетке.</i>									
30	ЛЗ	Транспорт белков в клетке	2	Д	+						
31	ЛЗ	Везикулярный транспорт белков	2	Д	+						
32	ЛЗ	Контроль качества белков в клетке. Механизмы деградации белков в клетке	2	Д	+						
33	ПЗ	Механизмы везикулярного транспорта	4	Д, Т	+	+					
34	К	Текущий рубежный (модульный) контроль по разделу 4	4	Д, Р	+		+	+			
35	ИЗ	Текущий итоговый контроль по разделам 1-4	4	Д, И	+			+			

		<b>Всего за семестр:</b>	<b>106</b>								
	Э	<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>9</b>				+			+	+
		<b>Всего по дисциплине:</b>	<b>115</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/ \*\*\*

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

## 4.2. Содержание самостоятельной работы обучающихся

№ п/п	Период обучения (семестр). Наименование раздела (модуля), тема дисциплины (модуля)	Содержание самостоятельной работы обучающихся	Всего часов
1	2	3	4
<b>9 семестр</b>			
	<b>Раздел I Нуклеиновые кислоты</b>		
1.	Тема 1. Структура и свойства нуклеиновых кислот. Пространственная организация нуклеиновых кислот	Подготовка к учебным аудиторным занятиям: Проработка теоретического материала учебной дисциплины; Подготовка к текущему контролю	6
	<b>Раздел II Сохранение ДНК в ряду поколений</b>		
2	Тема 2. Репликация ДНК.	Подготовка к учебным аудиторным занятиям: Проработка теоретического материала учебной дисциплины; Подготовка к текущему контролю	6
3	Тема 3. Репарация ДНК.	Подготовка к учебным аудиторным занятиям: Проработка теоретического материала учебной дисциплины; Подготовка к текущему контролю	6
4	Тема 4. Генетическая рекомбинация	Подготовка к учебным аудиторным занятиям: Проработка теоретического материала учебной дисциплины; Подготовка к текущему контролю	6
	<b>Раздел III Транскрипция</b>		
5	Тема 5. Основные принципы транскрипции ДНК у прокариот и эукариот.	Подготовка к учебным аудиторным занятиям: Проработка теоретического материала учебной дисциплины; Подготовка к текущему контролю	6
6	Тема 6. Процессинг первичных транскриптов.	Подготовка к учебным аудиторным занятиям: Проработка теоретического материала учебной дисциплины; Подготовка к текущему контролю	6
	<b>Раздел IV Биосинтез и биогенез белков</b>		
7	Тема 7. Генетический код	Подготовка к учебным аудиторным занятиям: Проработка теоретического материала учебной дисциплины; Подготовка к текущему контролю	6
8	Тема 8. Трансляция.	Подготовка к учебным аудиторным занятиям: Проработка теоретического материала учебной дисциплины; Подготовка к текущему контролю	6
9	Тема 9. Структурная организация белков. Посттрансляционная модификация и сборка белков	Подготовка к учебным аудиторным занятиям: Проработка теоретического материала учебной дисциплины; Подготовка к текущему контролю	6

10	Тема 10. Транспорт белков в клетке. Контроль качества белков в клетке.	Подготовка к учебным аудиторным занятиям: Проработка теоретического материала учебной дисциплины; Подготовка к текущему контролю	6
11	Все разделы учебной дисциплины	Подготовка реферата	14
	<b>Всего за семестр</b>		<b>74</b>
12	Экзамен	Подготовка к экзамену	27
	<b>Итого</b>		<b>101</b>

## 5. Организация текущего контроля успеваемости обучающихся

### 5.1. Оценочные средства текущего контроля успеваемости обучающихся

)

#### 5.1.1. 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

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

9 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
		Опрос комбинированный	ОК	В	Т	10	0	1
Лабораторно-практическое занятие	ЛПЗ	Контроль присутствия	КП	П	Д	1	0	0
		Выполнение лабораторной работы	ЛР	В	Т	10	0	1
Коллоквиум	К	Контроль присутствия	КП	П	Д	1	0	0
		Опрос устный	ОУ	В	Р	10	0	1
		Опрос письменный	ОП	В	Р	10	0	1
Итоговое занятие (итоговый контроль)	ИЗ	Контроль присутствия	КП	П	Д	1	0	0
		Опрос письменный	ОП	В	И	10	0	1

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

9 семестр

Вид контроля	План в %	Исходно		Формы текущего контроля успеваемости/виды работы	ТК	План в %	Исходно		Коэф.
		Баллы	%				Баллы	%	
Текущий дисциплинирующий контроль	5	35	14.6	Контроль присутствия	П	5	35	14.6	0.14
Текущий тематический контроль	35	100	45	Лабораторная работа	В	15	40	18	0.375
				Опрос комбинированный	В	20	60	27	0.33
Текущий рубежный (модульный) контроль	50	80	36	Опрос устный	В	25	40	18	0.625
				Опрос письменный	В	25	40	18	0.625
Текущий итоговый контроль	10	10	4.4	Опрос письменный	В	10	10	4.4	1.0
Мах. кол. баллов	100								

5.2. Порядок текущего контроля успеваемости обучающихся (критерии, показатели и порядок текущего контроля успеваемости обучающихся)

Критерии, показатели и порядок балльно-рейтинговой системы текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине (модулю) 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 им. Н.И. Пирогова Министерства здравоохранения Российской Федерации с изменениями и дополнениями (при наличии).

## 6. Организация промежуточной аттестации обучающихся

9 семестр.

1) Форма промежуточной аттестации согласно учебному плану - экзамен

2) Форма организации промежуточной аттестации:

- устный (письменный) опрос по билетам.

3) Перечень тем, вопросов, практических заданий 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. Первичная структура нуклеиновых кислот.
2. Вторичная структура ДНК. Формы ДНК.
3. Общая характеристика систем модификации-рестрикции.
4. Системы модификации-рестрикции I и II типа.
5. Топологические проблемы двуниевых молекул ДНК. Сверхспирализация ДНК; ее роль в формировании особых структур ДНК.
6. Топоизомеразы типов I и II.
7. Макромолекулярная структура РНК.
8. Вторичная и третичная структура тРНК.
9. Типы РНК. Их участие в биосинтезе белков, в подавлении экспрессии генов и модификации других РНК.
10. Основные принципы репликации ДНК.
11. Репликоны про- и эукариот. Точки начала репликации (ориджины репликации). Согласованность репликации и клеточного деления у эукариот.
12. Общие свойства ДНК-полимераз.
13. Репликация: основные этапы и участвующие молекулы.
14. Инициация репликации у *E. coli*.
15. ДНК-полимеразы *E. coli*. Субъединичный состав и роль отдельных субъединиц ДНК-полимеразы III.
16. Ассиметричный синтез ДНК. Согласованная репликация двух родительских цепей ДНК в репликативной вилке.
17. Эукариотические ДНК-полимеразы.
18. Репликация концов эукариотических хромосом. Теломераза.
19. Двухнаправленный рост двух дочерних цепей ДНК от одной точки *ori* при репликации. Исключения из этого правила.
20. Синтетическая и гидролитическая активность ДНК-полимераз.
21. Дефекты ДНК после репликации и другие повреждения ДНК. Некоторые типы прямой реактивации повреждений ДНК.
22. Эксцизионная репарация.
23. Индуцируемая репарация.
24. Репарация неспаренных (обычных) нуклеотидов. Репарация дочерней нити, зависящая от метилирования.
25. Репарация повреждений двух цепей ДНК.
26. Гомологичная рекомбинация. Мейотическая и митотическая рекомбинация. Эктопическая рекомбинация.
27. Гомологичная рекомбинация у *E. coli*.
28. Модель Холлидея.
29. Конверсия гена.
30. Белок RecA *E. coli* и его роль в гомологичной рекомбинации. Рекомбинация у *E. coli* in vivo. Гомологичные ферменты рекомбинации у различных организмов.
31. RecBCD - основной путь гомологичной рекомбинации у *E. coli*.
32. Специализированные системы гомологичной рекомбинации.
33. Сайт-специфическая рекомбинация

34. Генетическая рекомбинация без гомологии: транспозиция и незаконная рекомбинация. Биологическое значение этих систем.
35. Ферменты, осуществляющие сайт-специфическую рекомбинацию: интегразы и инвертазы.
36. РНК-полимеразы бактерий и эукариот.
37. Инициация транскрипции РНК-полимеразой II эукариот на базальном промоторе.
38. Транскрипционный цикл.
39. Промоторы про- и эукариот.
40. Регуляция экспрессии оперонов прокариот. Активаторы и репрессоры транскрипции
41. Схема регуляции лактозного оперона.
42. Аттenuация транскрипции.
43. Дополнительные регуляторные факторы РНК-полимеразы II эукариот. Регуляторные элементы.
44. Известные механизмы посттранскрипционного контроля.
45. РНК-переключатели (riboswitches).
46. РНК-редактирование.
47. Механизмы РНК-интерференции (RNAi). Малые интерферирующие РНК. МикроРНК
48. Процессинг рРНК и тРНК у бактерий и эукариот.
49. Рибозимы.
50. Процессинг 5'- и 3' концов мРНК у эукариот.
51. Процессинг мРНК у эукариот: сплайсинг экзонов. Альтернативный сплайсинг и транс-сплайсинг.
52. Малые ядерные РНП эукариот и их роль в сплайсинге
53. мРНК про- и эукариот. Особенности их транскрипции и трансляции.
54. Генетический код.
55. тРНК – адаптор белкового синтеза. Гипотеза нестроного соответствия Ф.Крика
56. Дорибосомный этап белкового синтеза. Два класса аминоксил-тРНК-синтетаз
57. Специфичность аминоксил-тРНК-синтетаз.
58. Строение и функции рибосомы.
59. Элементарный элонгационный цикл рибосомы. Взаимная подвижность рибосомных субчастиц при элонгации.
60. Инициация трансляции. Инициаторы трансляции и способ распознавания первого кодона мРНК у прокариот и эукариот.
61. Регуляция на пути от ДНК к белку.
62. Терминация трансляции.
63. Структура белков
64. Посттрансляционная модификация белков.
65. Пространственная сборка белков. Роль первичной структуры. Ферменты фолдинга
66. Участие молекулярных шаперонов в сборке белков. Общая характеристика, функциональное значение.
67. Роль шаперонов семейства HSP70 в фолдинге белков.
68. Роль шаперонов семейства HSP60 в фолдинге белков.
69. Транспорт и сортировка белков в клетке (общая схема).
70. Сигнальная гипотеза транспорта белков в клетке.
71. Секреторный путь синтеза и сортировки белков.
72. Убиквитин-зависимая система протеолиза белков в клетке.

**7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

**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 (модуля).**

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

9 семестр.

**Порядок промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине (модулю) в форме экзамена:**

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

Допуск обучающегося к промежуточной аттестации в форме экзамена осуществляется при выполнении всех нижеперечисленных условий:

- семестровый рейтинг за каждый семестр, в котором изучалась дисциплина, равен 70% или превышает его;
- процент выполнения за каждое занятие, на котором проводился рубежный контроль в семестрах, равен 70% или более.

Критерием успеваемости и успешности обучающегося по итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) в форме экзамена является итоговый рейтинг обучающегося по дисциплине (модулю) (РИ%).

Итоговый рейтинг обучающегося по дисциплине (модулю) (РИ%), по которой промежуточная аттестация обучающихся проводится в форме экзамена, рассчитывается как сумма двух параметров с учетом экзаменационного коэффициента (Кэ). Первый параметр - рейтинг обучающегося за выполнение заданий на экзамене (Rэ), второй - экзаменационный семестровый рейтинг обучающегося за все семестры изучения дисциплины (RЭсд).

Итоговый рейтинг обучающегося по дисциплине (модулю) (РИ%) измеряется в процентах и не превышает 100%

$$РИ\% = Kэ * Rэ + (1 - Kэ) * RЭсд \quad (10)$$

Rэ – рейтинг обучающегося за выполнение заданий на экзамене.

RЭсд – экзаменационный семестровый рейтинг обучающегося за все семестры изучения дисциплины.

Kэ – экзаменационный коэффициент.

Экзаменационный коэффициент (Кэ) устанавливается равным 0.3.

Экзаменационный коэффициент (Кэ) распределяет веса экзаменационного семестрового рейтинга и рейтинга выполнения заданий на экзамене.

Коэффициент экзаменационного семестрового рейтинга за все семестры изучения дисциплины устанавливается равным 0.7.

Рейтинг обучающегося за выполнение заданий на экзамене (Rэ%) определяется как отношение рейтинговой оценки обучающегося за экзамен к максимальной рейтинговой оценке за экзамен и измеряется в процентах

$$Rэ = ROэ / \max Oэ * 100\% \quad (11)$$

ROэ – рейтинговая оценка обучающегося за экзамен выставляется в баллах и определяется как сумма баллов за отдельные виды работы на экзамене (Oврэі) (тестирование, устный опрос по билету, выполнение практических заданий и др.) с учетом коэффициентов.

$$ROэ = Oврэ1 * Kврэ1 + Oврэ2 * Kврэ2 + Oврэ3 * Kврэ3 + \dots \quad (12)$$

Oврэі - баллы за прохождение отдельного вида работы на экзамене.

Kврэі - весовой коэффициент для соответствующего вида работы на экзамене.

maxROэ - максимальная рейтинговая оценка за экзамен определяется как сумма максимальных баллов, установленных за отдельные виды работы на экзамене (maxOврэі) (тестирование, устный опрос по билету, выполнение практических заданий и др.) с учетом коэффициентов.

$$\max ROэ = \max Oврэ1 * Kврэ1 + \max Oврэ2 * Kврэ2 \dots \quad (13)$$

maxOврэі – максимальные баллы, установленные за отдельный вид работы на экзамене.

Kврэі - весовой коэффициент для соответствующего вида работы на экзамене.

Если обучающийся на экзамене демонстрирует отличные знания и умения, то преподаватель или экзаменационная комиссия могут оценить выполнение обучающимся заданий на экзамене (Rэ%) более высокой оценкой, чем это предусмотрено условиями выставления оценки за экзамен. Иными словами, экзаменатор или экзаменационная комиссия могут оценить работу обучающегося на экзамене оценкой «пять с плюсом».

Такая возможность в АОС Университета возникает у преподавателя или экзаменационной комиссии, если на экзамене:

- процент выполнения тестового контроля не ниже 90%
- и процент выполнения иных видов работ (контроль устный, контроль письменный и другие) - 100%

В этом случае преподаватель или экзаменационная комиссия могут увеличить значение рейтинга обучающегося за выполнение заданий на экзамене на 2% и соответственно, повысить значение итогового рейтинга по дисциплине.

Выставление более высокой оценки за выполнение заданий на экзамене может повлиять на итоговую оценку обучающегося по дисциплине в сторону её увеличения. Таким образом, у преподавателя или экзаменационной комиссии возникает возможность повысить итоговую оценку по дисциплине до оценки «хорошо» или «отлично».

Если обучающийся на экзамене демонстрирует очень слабые знания и умения, то преподаватель или экзаменационная комиссия могут оценить выполнение обучающимся заданий на экзамене (Rэ%) более низкой оценкой, чем это предусмотрено условиями выставления оценки за экзамен. Иными словами, экзаменатор или экзаменационная комиссия могут оценить работу обучающегося на экзамене оценкой «удовлетворительно с минусом».

Такая возможность в АОС Университета возникает у преподавателя или экзаменационной комиссии, если рейтинг обучающегося за выполнение заданий на экзамене (Rэ%), умноженный на коэффициент 0,3, имеет значение от 23% до 21% включительно. В этом случае преподаватель или экзаменационная комиссия могут уменьшить значение рейтинга обучающегося за выполнение заданий на экзамене на 2% и соответственно, понизить значение итогового рейтинга по дисциплине.

Выставление более низкой оценки за выполнение заданий на экзамене может повлиять на итоговую оценку обучающегося по дисциплине в сторону её снижения. Таким образом, у преподавателя или экзаменационной комиссии возникает возможность понизить итоговую оценку по дисциплине до оценки «хорошо» или «удовлетворительно».

Экзаменационный семестровый рейтинг обучающегося за все семестры изучения

дисциплины (RЭсд) определяется как сумма семестровых рейтингов обучающегося по дисциплине (модулю) за соответствующий семестр с учетом коэффициента трудоемкости семестра

$$RЭсд = Rсд1 * Kрос1 + Rсд2 * Kрос2 + Rсд3 * Kрос3 + \dots \quad (14)$$

RC% - семестровый рейтинг обучающегося по дисциплине (модулю) см. см. формулу (8) в пункте 5.2.7. Семестровый рейтинг обучающегося по дисциплине (модулю) (RC%) раздела 5.2.

Порядок текущего контроля успеваемости обучающихся (критерии, показатели и порядок текущего контроля успеваемости обучающихся).

Kросi - весовой коэффициент семестровой рейтинговой оценки для соответствующего семестра.

$$Kросi = Tдci / Tд \quad (15)$$

Tдci – трудоемкость дисциплины в семестре.

Tд - трудоемкость дисциплины за весь период ее изучения.

Под трудоёмкостью дисциплины в семестре (Tдci) следует понимать суммарное количество часов, отведённое дисциплине в семестре, за вычетом часов, отведённых на подготовку и сдачу экзамена (если экзамен предусмотрен в семестре по учебному плану).

Под трудоёмкостью дисциплины за весь период её изучения (Tд) следует понимать суммарное количество часов, отведённое на дисциплину по учебному плану (во всех семестрах), за вычетом часов, отведённых на подготовку и сдачу экзамена (экзаменов).

Для студентов, которые обучались в университете (были восстановлены или переведены с другого факультета) и имели семестровый рейтинг по дисциплине (за семестры, входящие в расчет итогового рейтинга) вводятся имеющиеся в системе значения семестрового рейтинга.

Для студентов, зачисленных в порядке перевода и не имевших семестрового рейтинга в университете за предыдущие семестры, вводятся значения семестрового рейтинга последнего семестра.

Условные обозначения:

Типы контроля (ТК)\*\*

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

Структура итогового рейтинга по дисциплине

(заполняется идентично БРС)

Дисциплина	Молекулярная биология
Специальность	30.05.01 Медицинская биохимия
Семестры	9
Трудоемкость семестров в часах (Tдci)	252
Трудоемкость дисциплины в часах за весь период ее изучения (Tд)	252
Весовые коэффициенты семестровой рейтинговой оценки с учетом трудоемкости (Kросi)	1.0
Коэффициент экзаменационного семестрового рейтинга за все семестры изучения дисциплины	0.7
Экзаменационный коэффициент (Kэ)	0.3

**Структура промежуточной аттестации в форме экзамена**  
(заполняется идентично БРС)

Форма промежуточной аттестации	Формы текущего контроля успеваемости/виды работы *		ТК**	Max.	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	80	8	2.4
	Проверка реферата	ПР	В	10	10	1	0.3
	Решение практической (ситуационной) задачи	РЗ	В	10	10	1	0.3

Итоговый рейтинг обучающегося по дисциплине (модулю) (РИ%) переводится в традиционную шкалу оценок «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» в следующем порядке:

- оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если итоговый рейтинг по дисциплине (модулю) (РИ%) находится в пределах от 90% до 100%;
- оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если итоговый рейтинг по дисциплине (модулю) (РИ%) находится в пределах от 80% до 89.99%;
- оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если итоговый рейтинг по дисциплине (модулю) (РИ%) находится в пределах от 70% до 79.99%;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если итоговый рейтинг по дисциплине (модулю) (РИ%) находится в пределах от 0% до 69.99%.

Положительные результаты прохождения обучающимися промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) - оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» - заносятся в экзаменационную ведомость (экзаменационный (зачётный) лист) и в зачетную книжку обучающегося.

Неудовлетворительные результаты промежуточной аттестации обучающихся - оценка «неудовлетворительно» заносятся в экзаменационную ведомость или в экзаменационный (зачётный) лист.

Если обучающийся на экзамен не явился, в экзаменационной ведомости (в экзаменационном (зачётном) листе) делается отметка «неявка».

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

*Пример:*

Экзаменационный билет для проведения экзамена по дисциплине «Молекулярная биология» по специальности «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 «Молекулярная биология»  
по специальности «Медицинская биохимия»*

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

Препарат ДНК проанализирован с использованием ПЦР в 2 разных экспериментах, причем для каждого анализа бралось одинаковое количество ДНК. При измерении количества полученного ПЦР-продукта обнаружили, что в эксперименте 1 получено 50 нг ампликона, а в эксперименте 2 – 200 нг. Как отличалось число циклов ПЦР в двух экспериментах?

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

О.О. Фаворова

**8. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины (модуля)**

Обучение по дисциплине «Молекулярная биология» складывается из контактной работы, включающей лекционные занятия, практические и лабораторно-практические занятия и коллоквиумы, самостоятельной работы и промежуточной аттестации.

Лекционные занятия проводятся с использованием демонстрационного материала в виде презентаций.

Практические и лабораторно-практические занятия проходят в учебных аудиториях и учебных лабораториях. В ходе занятий студенты разбирают и обсуждают вопросы по соответствующим разделам и темам дисциплины, выполняют теоретические и лабораторно-практические задания, защищают результаты, полученные в ходе лабораторных работ.

Коллоквиум является важным видом занятия, в рамках которого проводится текущий рубежный, а также текущий итоговый контроль успеваемости студента. При подготовке к коллоквиумам студенту следует внимательно изучить материалы лекций и рекомендуемую литературу, а также проработать практические задачи, которые разбирались на занятиях или были рекомендованы для самостоятельного решения.

Для реализации компетентностного подхода в учебном процессе широко используются активные и интерактивные формы проведения занятий (использование интернет-фильмов, иллюстрирующих различные молекулярные процессы, использование интернет-ресурсов для подготовки к занятиям и самопроверки, решение

ситуационных задач, групповые дискуссии) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Самостоятельная работа студента направлена на подготовку к текущему тематическому, текущему рубежному и текущему итоговому контролю успеваемости. Самостоятельная работа включает в себя проработку лекционных материалов, изучение рекомендованной учебной литературы, изучение информации, публикуемой в периодической печати и представленной в Интернете и написание реферата по предложенной теме.

#### **ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ РЕФЕРАТА.**

**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 (модуля)**

#### 9.1.1. Основная литература:

№ п/п	Наименование	Автор	Год и место издания	Используется при изучении разделов (тем)	Семестр	Наличие литературы	
						В библиотеке	
						Кол. экз.	Электр. адрес ресурса
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Молекулярная биология	Коничев А.С., Севастьянова Г.А.	М., Изд. центр «Академия» 2012	Разделы I-IV	9	65	-
2	Гены	Льюин Б. М.,	БИНОМ. Лаб. знаний, 2012	Разделы I-IV	9	70	-
3	Молекулярная	Спирин	М.:	Разделы IV	9	50	-



	биология: рибосомы и биосинтез белка	А.С.	Академия, 2011				
4	Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии	К. Уилсон, Дж. Уолкер	БИНОМ. Лаб. знаний, 2013	Разделы I-IV	9	Удален ный доступ	<a href="http://e.lanbook.com">http:// e.lanboo k.com</a>

## 9.1.2. Дополнительная литература:

№ п/п	Наименование	Автор	Год и место издания	Используй ется при изучении разделов	Семест р	Наличие доп. литературы			
						В библиотеке		На кафедре	
						Кол. экз.	Электр . адрес ресурс а	Кол. экз.	В т.ч. в электр. виде
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Молекулярна я биология клетки. Руководство для врачей: Пер. с англ.	Фаллер Д. М., Шилдс Д.	М., Бином- Пресс, 2014	Разделы I-IV	9	20	-	1	-
2	Молекулярна я биология клетки (в 3-х томах)	Альбертс Б. и др.	Ин-т компьютер . исслед.: Регуляр. и хаот. динамика, 2013	Разделы I-IV	9	4	-	1	-
3	ПЦР в реальном времени	Ребриков Д.В.	БИНОМ. Лаб. знаний, 2013	Разделы I-III	9	Удале нный досту п	<a href="http://e.lanbook.com">http:// e.lanb ook.co m</a>	1	<a href="http://e.lanbook.com">http:// e.lanb ook.co m</a>
4	Молекулярна я биология. Структура и функции белков	Степанов В.М.	М., Изд-во МГУ, 2005.	Раздел V	9	нет	-	1	-
5	Принципы и методы биохимии и молекулярно й биологии	К. Уилсон, Дж. Уолкер	БИНОМ. Лаб. знаний, 2013	Разделы I-III	9	Удале нный досту п	<a href="http://e.lanbook.com">http:// e.lanb ook.co m</a>	2	<a href="http://e.lanbook.com">http:// e.lanb ook.co m</a>

## 9.2. Перечень ресурсов информационно - телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля):

1. <http://molbiol.ru/>
2. PubMed (U.S. National Library of Medicine National Institutes of Health <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>),

3. GenBank (National Center for Biotechnology Information <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>), EMBL (European Molecular Biology Laboratory <http://www.embl.org/>).
4. SWISS-PROT (Swiss Protein Databank <http://www.ebi.ac.uk/uniprot/>), PDB (PDBsum) (Protein Data Bank <http://www.rcsb.org/>).
5. CATH (Class, Architecture, Topology, Homology <http://www.biochem.ucl.ac.uk/bsm/cath/>).
6. SCOP (Structural Classification of Proteins <http://scop.mrc-lmb.cam.ac.uk/scop>)
7. <http://www.books-up.ru> (электронная библиотечная система);
8. <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 (при наличии);**

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

### **9.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

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 специалитета, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения (ноутбуки, мультимедийный проектор, проекционный экран), а также лабораторные комнаты для проведения лабораторно-практических занятий со всем необходимым лабораторным оборудованием.

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:**

*Контрольно-измерительные материалы (билеты, тесты и др.) для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине в соответствии с учебным планом образовательной программы*

*Контрольно-измерительные материалы являются доступными только для преподавателей кафедры.*

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

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

Заведующий кафедрой

О.О. Фаворова

	Содержание	Стр.
1.	Общие положения	4
2.	Формы работы обучающихся, виды учебных занятий и их трудоёмкость	8
3.	Содержание дисциплины (модуля)	9
4.	Тематический план дисциплины (модуля)	17
5.	Организация текущего контроля успеваемости обучающихся	23
6.	Организация промежуточной аттестации обучающихся	26
7.	Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)	28
8.	Методические указания обучающимся по освоению дисциплины (модуля)	33
9.	Учебно-методическое, информационное и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)	34
	Приложения:	
1)	Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине (модулю).	37
2)	Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).	37

**Сведения об изменениях в рабочей программе дисциплины (модуля)***(оставить нужное)*

---

*(наименование)*

для образовательной программы высшего образования - программы бакалавриата/специалитета/магистратуры *(оставить нужное)* по направлению подготовки (специальности) *(оставить нужное)* \_\_\_\_\_

*(Код и наименование направления подготовки (специальности))*

на \_\_\_\_\_ учебный год.

Рабочая программа дисциплины с изменениями рассмотрена и одобрена на заседании кафедры \_\_\_\_\_ факультета (Протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.).

Изменения внесены в п. ....

*Далее приводится текст рабочей программы дисциплины в части, касающейся изменений.*

Заведующий кафедрой

О.О. Фаворова