

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«РОССИЙСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.И. ПИРОГОВА»**
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России)

СОГЛАСОВАНО

Декан факультета подготовки
кадров высшей квалификации
ФГАОУ ВО РНИМУ
им. Н.И. Пирогова Минздрава России

_____ М.В. Хорева

«23» июня 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
«МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ»**

Научная специальность
1.5.3 Молекулярная биология

Москва, 2022 г.

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

№	Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, звание	Занимаемая должность в Университете, кафедра
1	Прохорчук Егор Борисович	д.б.н., профессор, чл.-корр РАН.	И.о. заведующего кафедрой молекулярной биологии и медицинской биотехнологии МБФ
2	Фаворова Ольга Олеговна	д.б.н., профессор	Профессор кафедры молекулярной биологии и медицинской биотехнологии МБФ
3	Кулакова Ольга Георгиевна	к.б.н., доцент	Доцент кафедры молекулярной биологии и медицинской биотехнологии МБФ
4	Матвеева Наталия Алексеевна	к.б.н.	Доцент кафедры молекулярной биологии и медицинской биотехнологии МБФ
5	Скамров Андрей Викторович	к.б.н.	Доцент кафедры молекулярной биологии и медицинской биотехнологии МБФ

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Молекулярная биология» рассмотрена и одобрена на заседании кафедры молекулярной биологии и медицинской биотехнологии МБФ

протокол № 9 от «13» мая 2022 г.

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

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Цель и задачи изучения дисциплины (модуля)	4
2. Объем дисциплины (модуля) по видам учебной работы.....	4
3. Содержание дисциплины (модуля).....	4
4. Учебно-тематический план дисциплины (модуля)	10
5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся	10
6. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся	11
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)	18
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)	19
9. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины (модуля)	19
10. Методические рекомендации преподавателю по организации учебного процесса по дисциплине (модулю).....	20

1. Цель и задачи изучения дисциплины (модуля)

Цель изучения дисциплины (модуля)

Подготовка исследователей и научно-педагогических кадров высшей квалификации в области молекулярной биологии для науки, промышленности и сферы высшего образования.

Задачи дисциплины (модуля)

1. Изучение структуры и функций биологических макромолекул (нуклеиновых кислот и белков) и молекулярных механизмов основных биологических процессов, лежащих в основе жизнедеятельности, развития и размножения живых организмов.

2. Формирование представлений о молекулярных механизмах патогенеза различных заболеваний человека; о выполнении теоретических и экспериментальных научных исследований по медико-биологическим и клиническим проблемам с использованием современных молекулярно-биологических методов и подходов.

2. Объем дисциплины (модуля) по видам учебной работы

Таблица 1

Виды учебной работы	Всего, час.	Объем по полугодиям							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Контактная работа обучающегося с преподавателем по видам учебных занятий (Контакт. раб.):	<i>144</i>	-	-	<i>112</i>	<i>32</i>	-	-	-	-
Лекционное занятие (Л)	<i>48</i>	-	-	<i>32</i>	<i>16</i>	-	-	-	-
Семинарское/практическое занятие (СПЗ)	<i>96</i>	-	-	<i>80</i>	<i>16</i>	-	-	-	-
Самостоятельная работа обучающегося, в том числе подготовка к промежуточной аттестации (СР)	<i>108</i>	-	-	<i>68</i>	<i>40</i>	-	-	-	-
Вид промежуточной аттестации: Зачет (З), Зачет с оценкой (ЗО), Экзамен (Э), Кандидатский экзамен (КЭ)	<i>36</i> <i>3, КЭ</i>	-	-	<i>3</i>	<i>36</i> <i>КЭ</i>	-	-	-	-
Общий объем	в часах	-	-	<i>180</i>	<i>108</i>	-	-	-	-
	в зачетных единицах	-	-	<i>5</i>	<i>3</i>	-	-	-	-

3. Содержание дисциплины (модуля)

Раздел 1. Нуклеиновые кислоты

Тема 1. 1. Структура и свойства нуклеиновых кислот.

Молекулярная биология, ее характеристика как науки, занимающейся исследованием биополимеров, их компонентов и комплексов, структуры и функции генов и геномов. ДНК и РНК как генетический материал. «Центральная догма молекулярной биологии». Первичная структура нуклеиновых кислот. Нуклеотиды – мономеры нуклеиновых кислот. Пуриновые и пиримидиновые основания. Сахарный компонент нуклеотида. Полярность линейной связи. Строение полинуклеотидной цепи как неразветвленного гетерополимера. Макромолекулярная структура ДНК. Двойная спираль Уотсона – Крика. Принцип комплементарности и его биологическое значение.

В-, А- и Z-формы ДНК. Н-форма ДНК, G-квадруплексы. Условия взаимопереходов между разными формами ДНК. Хатимодзи-ДНК. Макромолекулярная структура РНК. Вторичная и третичная структура одноцепочечных РНК. Неканонические типы спаривания оснований. Типы РНК и их функции. Методы выделения и очистки нуклеиновых кислот. Определение количественных и качественных характеристик нуклеиновых кислот.

Тема 1.2. Пространственная организация нуклеиновых кислот.

Топологические проблемы замкнутых двуцепочечных молекул ДНК. Характеристики замкнутой кольцевой ДНК. Спирализация и сверхспирализация; параметры спирали и значение сверхспирализации. Топоизомеразы типа I. Топоизомеразы типа II. Упаковка ДНК. Гистоны эукариот и гистоноподобные белки прокариот.

Раздел 2. Сохранение ДНК в ряду поколений

Тема 2.1. Репликация ДНК.

Общие принципы репликации ДНК. Полуконсервативный механизм репликации. Репликативная вилка. Одно- и двунаправленная репликация. Репликация кольцевых двунитевых ДНК, по типу «катящегося кольца», и «D-петли». Единица репликации – репликон. Точка начала репликации – участок связывания инициаторного белка. *ori* *E.coli*. Согласованность репликации и клеточного деления (регуляция репликации). Инициация репликации у *E.coli*. Репликация ДНК у прокариот. Роль ДНК-матрицы и РНК-затравки. Участники репликации: праймазы, хеликазы, дестабилизирующие белки, топоизомеразы. Прерывистый синтез ДНК. Ассиметрия репликационной вилки. Фрагменты Оказаки. Механизм обеспечения согласованного синтеза ведущей и отстающей цепи. Реплисома. Завершение синтеза запаздывающей цепи из фрагментов Оказаки. ДНК-лигаза и механизмы ее действия. ДНК-полимеразы *E.coli*: их сходства и различия, функциональная роль. Особенности репликации ДНК у эукариот. Эукариотические ДНК-полимеразы: их строение и функции. Модель репликации нуклеосомной ДНК. Проблема репликации концов ДНК линейных хромосом (теломер). Строение и функции теломер. Теломераза: строение и механизм функционирования.

ПЦР. Полимеразная цепная реакция. Принципы ПЦР и области применения. Основные параметры реакции. Компоненты и условия проведения реакции. Различные виды ПЦР.

Тема 2.2. Репарация ДНК.

Репарация ДНК – механизм исправления повреждений в ней. Типы повреждающих изменений в ДНК и их последствия. Универсальность принципов репарации у про- и эукариот. Эффективность систем репарации. Некоторые типы спонтанных и индуцируемых повреждений ДНК и их прямой реактивации.

Виды репарационных систем. Репарация повреждений одной цепи: принцип использования информации ненарушенной цепи. Эксцизионная репарация. Репарация вырезанием основания. Удаление аномального основания специфической ДНК-Н-гликозидазой с последующей репарацией AP-сайта. Репарация вырезанием нуклеотидов - репарация повреждений, заметно нарушающих структуру ДНК. Система Uvr ABC *E. coli*. Репарация неспаренных нуклеотидов. Зависящая от метилирования репарационная система *mut HLS* у *E. coli*. Репарация неспаренных нуклеотидов у эукариот.

SOS-система репарации у прокариот и ее значение. Роль репрессора *lex A* в индукции SOS-системы. Взаимодействие *lex A* и *recA*. Репарация с участием продуктов генов *umuDC* определяет мутагенный эффект. Регуляция глубины и продолжительности SOS-ответа. Репарация двунитевых разрывов в ДНК: негомологичное соединение концов ДНК; отжиг гомологичных участков; гомологичная рекомбинация. Система рестрикции-модификации у эубактерий. Ее значение для уничтожения чужеродной ДНК. Системы рестрикции-модификации: строение ферментов, механизмы функционирования. Использование рестриктаз в молекулярной биологии. Борьба бактериофагов с системами рестрикции хозяина.

Тема 2.3. Генетическая рекомбинация.

Понятие генетической рекомбинации. Типы и общие принципы генетической рекомбинации. Гомологичная, или общая рекомбинация. Мейотическая рекомбинация. Модель рекомбинации Холидея. Другие модели гомологичной рекомбинации: модель Мезельсона-Рэддинга и модель Жостака. Конверсия генов. Основные белки, участвующие в гомологичной рекомбинации у про- и эукариот. Основной путь рекомбинации у *E.coli*: *RecBCD*. Роль главного рекомбинационного белка *RecA*. Резолвазы и белки, осуществляющие миграцию ветвления. Роль гомологичной рекомбинации. Эктопическая рекомбинация между гомологичными участками одного генома как частный случай гомологичной рекомбинации. Специализированные системы гомологичной рекомбинации. «Кассетный» механизм смены типов спаривания у гаплоидных дрожжей. Механизм антигенных вариаций у бактерий-паразитов. «Сайт-специфическая рекомбинация. Интеграция умеренных фагов в хромосомы бактерий. Переключение активности генов в результате инверсии участков ДНК. Участие сайт-специфических изомераз (рекомбиназ). Использование рекомбиназ в молекулярной биологии. Сайт-специфическая рекомбинация у позвоночных – перестройка генов иммуноглобулинов и Т-клеточных рецепторов. Рекомбинация без гомологии, незаконная рекомбинация. Мобильные генетические элементы: строение, классификация. Транспозоны и транспозазы. Нерепликативная транспозиция. Репликативная транспозиция. Ретро-транспозоны. LINE- и – SINE-элементы. Биологическое значение модильных генетических элементов.

Раздел 3. Транскрипция

Тема 3.1. Основные принципы транскрипции ДНК у прокариот и эукариот.

Транскрипция как основа регуляции экспрессии генов. Матричный синтез РНК. Стадии транскрипции: инициация, элонгация и терминация. РНК-полимераза – основной фермент транскрипции. Синтез предшественников мРНК, рРНК, тРНК и малых ядерных РНК. Судьба РНК в клетках прокариот и эукариот. Транскрипция у эубактерий. Понятие оперонов и полицистронных мРНК. Строение РНК-полимеразы эубактерий. Понятия «полного» и «соге» фермента. Семейство сигма-субъединиц РНК-полимеразы прокариот. Промотор и терминатор транскрипции. Примеры регуляции активности генов с использованием набора сигма-субъединиц. Структура промоторов. Структура терминаторов. Инициация транскрипции: этапы. Элонгация: факторы элонгации. Терминация: фактор-зависимая и фактор-независимая. Фактор терминации *rho*. 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. 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. Элонгация. Факторы элонгации. Терминация транскрипции.

Тема 3.2. Процессинг первичных транскриптов.

Понятие процессинга РНК. Процессинг мРНК эукариот. Роль РНК-полимеразы II. Кэпирование 5'-концевой области механизм и функциональное значение. Расщепление и полиаденилирование 3'- области. Сигнал полиаденилирования. ПолиА-полимераза-фермент расщепления и полиаденилирования. Значение полиаденилирования для стабилизации транскрипта и его транспорта в цитоплазму. Регуляция экспрессии гена на стадии процессинга 3'-конца: наличие нескольких сигналов полиаденилирования. Экзон-интронное строение кодирующей области предшественника мРНК эукариот. Сплайсинг экзонов. Механизмы сплайсинга, самосплайсинг. Разрезание и подравнивание рРНК и тРНК бактерий; участие рибозима. Обнаружение интрона в 28S-рРНК инфузории. Процессинг тРНК и рРНК эукариот. Рибозимы. Сплайсосома: строение и функции. Альтернативный сплайсинг: виды и механизмы. Регуляция экспрессии генов путем альтернативного сплайсинга. Трансплайсинг. Интроны как предшественники мРНК. Современное определение гена. 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. Редактирование как частный случай процессинга. Некоторые типы редактирования РНК.

Тема 3.3. Контроль экспрессии генов.

Уровни контроля экспрессии генов. Контроль на уровне транскрипции. Оперон как способ регуляции транскрипции. Примеры оперонов: оперон рРНК, опероны рибосомных белков и «лишние» гены в составе этих оперонов. Регуляция активности генов *E.coli*, утилизирующих лактозу. Лас-оперон *E.coli*. 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. Сопряжения транскрипции и трансляции. Понятие «аттенюации». Способы изменения активности факторов. Энхансеры, сайленсеры, Транскрипционная активность гена есть результат взаимодействия активаторов и ингибиторов транскрипции. Особенности регуляции транскрипции в многоклеточных организмах. Постановка задачи об изучении регуляции транскрипции на уровне целой клетки. Современные подходы к ее решению. Контроль на уровне процессинга РНК. Контроль сплайсинга и процессинга РНК-транскриптов. Контроль на уровне транспорта и локализации РНК. Отбор зрелых мРНК, предназначенных для экспорта из ядра в цитозоль, выбор места их размещения в цитозоле. Контроль на уровне трансляции. Отбор мРНК в цитоплазме для трансляции на рибосомах. Контроль на уровне деградации мРНК. Избирательная дестабилизация определенных молекул мРНК в цитоплазме. Контроль на уровне активности белка. Основные механизмы эпигенетической регуляции экспрессии генов: метилирование ДНК, посттрансляционная модификация гистонов, некодирующие РНК. Функциональная классификация белок-

некодирующих РНК. Малые регуляторные некодирующие РНК. Гены и биогенез (процессинг) miRNA. Биогенез siRNA. Функционирование комплекса RISC с miRNA и siRNA. РНК-интерференция (RNAi). Длинные некодирующие РНК (днРНК). Классификация, функциональное значение. Механизмы функционирования днРНК. Геномный импринтинг. Метилирование ДНК – основной механизм в обеспечении процессов импринтинга. Изменение метилирования ДНК при эпигенетическом репрограммировании во время развития организма. Импринтированные геномные локусы. Механизмы импринтинга.

Раздел 4. Биосинтез и биогенез белков.

Тема 4.1. Генетический код.

Генетический код. Экспериментальная расшифровка генетического кода. Понятие кодона. Свойства генетического кода: триплетность, специфичность, вырожденность, неперекрываемость, код без запятых. Универсальность генетического кода и исключения из нее. Различия между «универсальным» и митохондриальными генетическими кодами. Рамка считывания. Адапторная гипотеза Крика. Транспортные РНК. Изоакцепторные тРНК. Структура тРНК. Понятие антикодона тРНК. Его расположение во вторичной и третичной структуре тРНК. Кодон-антикодонные взаимодействия. Стереохимия кодон-антикодонного комплементарного комплекса. Минорные нуклеотиды тРНК. Гипотеза нестроого соответствия Крика: неоднозначное спаривание первого нуклеотида антикодона с третьим нуклеотидом кодона.

Тема 4.2. Трансляция.

Понятие трансляции. Химические реакции биосинтеза белков. Дорибосомный этап белкового синтеза. Реакции аминоацилирования тРНК. Аминоацил-тРНК-синтетазы: специфичность, разнообразие, субъединичная структура. «Второй генетический код» – уникальная структура тРНК, обеспечивающая ее акцепторные функции. Элементы, определяющие «индивидуальность» отдельных тРНК. Структурная комплементарность тРНК и аминоацил-тРНК-синтетаз. Структура рибосомы. Прокариотический и эукариотический типы рибосом. Рибосомы митохондрий и хлоропластов. Рибосомные РНК. Рибосомные белки. Функциональные активности и функциональные участки рибосом. Рибосомный этап трансляции. Стадии трансляции. Инициация трансляции. Иницирующие кодоны и их положение в мРНК про- и эукариот. Инициаторные тРНК и инициаторы трансляции. Инициация трансляции у прокариот. Участок связывания рибосомы (RBS) мРНК: инициаторный кодон; последовательность Шайна-Дальгарно. Инициация трансляции у эукариот. Узнавание иницирующего кодона на мРНК эукариот. Последовательность Козак. Последовательности IRES. Элонгационный цикл рибосомы. Участие факторов элонгации (EF-Tu эубактерий или EF-1 эукариот и EF-G эубактерий или EF-2 эукариот) в элонгации. Терминация трансляции. Про- и эукариотические белковые факторы терминации; узнаваемые ими терминирующие кодоны. Реинициация трансляции на полисоме. Основные стратегии регуляции биосинтеза белка. Контроль на уровне локализации мРНК. Контроль инициации трансляции у прокариот. Трансляционные репрессоры: аутогенная регуляция трансляции структурными белками рибосом *E.coli*. Рибопереключатели. Регуляция трансляции у эукариот на стадии инициации. Регуляция инициации трансляции путем фосфорилирования фактора инициации трансляции eIF-2. Перекодирующие сигналы в мРНК. Регуляция за счет изменения стабильности мРНК. Нонсенс-опосредствованный

распад мРНК. Nonstop-деградация мРНК. Механизмы контроля качества мРНК. Ингибиторы синтеза белка или РНК: механизмы действия антибиотиков.

Тема 4.3. Структурная организация белков. Посттрансляционная модификация и сборка белков.

Иерархичность структуры белковых молекул. Уровни организации белковой молекулы. Первичная структура белков. Аминокислотные остатки – мономеры белковых цепей. Уровни организации белковой молекулы. Вторичная структура белка. Структурные особенности пептидной связи, определяющие формирование регулярной вторичной структуры. Виды регулярной вторичной структуры. Супервторичные структуры белка. Третичная структура белков. Стабильность пространственной структуры белка. Наличие гидрофобных ядер и полярной оболочки. Соотношение между пространственной структурой белка и аминокислотной последовательностью. Доменная структура белка. 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. Выделение, очистка и идентификация белковых молекул. 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. Пространственное сворачивание или фолдинг белков. Роль первичной структуры в пространственной сборке белка. Опыты К. Anfinsen по восстановлению активности рибонуклеазы А. Этапы пространственной сборки белка *in vitro*. Ферменты фолдинга, или фолдазы. Пространственное сворачивание белков *in vivo*. 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.

Тема 4.4. Транспорт белков в клетке. Контроль качества 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. Модели транспорта через аппарат Гольджи. Возвращение резидентных белков ЭР. 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. Транспортные везикулы. Сборка и разборка клатриновой оболочки. Участие малой GTPазы Sar1 в формировании COPII-везикулы. Белки, участвующие в слиянии внутриклеточных везикул: SNAREs, GTPазы Rabs, NSF/SNAP. Их роль в везикулярном транспорте. Система контроля качества белков в клетке. Система контроля качества белка в E.Coli. Контроль качества белка в эндоплазматическом ретикулуме. Роль шаперонов в контроле качества белков. Ответ клетки на увеличение количества неправильно собранных 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 убиквитин-конъюгирующего комплекса. Протеасомы. Структура 26S-протеасомы. Болезни, вызываемые неправильно собранными белками.

4. Учебно-тематический план дисциплины (модуля)

Таблица 2

Номер раздела, темы	Наименование разделов, тем	Количество часов					Форма контроля
		Всего	Контакт т. раб.	Л	СПЗ	СР	
Полугодие 3		180	112	32	80	68	Зачет
Раздел 1	Нуклеиновые кислоты	34	22	6	16	12	Устный опрос
Тема 1.1	Структура и свойства нуклеиновых кислот	22	14	4	10	8	
Тема 1.2	Пространственная организация нуклеиновых кислот	12	8	2	6	4	
Раздел 2	Сохранение ДНК в ряду поколений	68	42	12	30	26	Устный опрос
Тема 2.1	Репликация ДНК	22	14	4	10	8	
Тема 2.2	Репарация ДНК	22	14	4	10	8	
Тема 2.3	Генетическая рекомбинация	24	14	4	10	10	
Раздел 3	Транскрипция	78	48	14	34	30	Устный опрос
Тема 3.1	Основные принципы транскрипции ДНК у прокариот и эукариот	38	26	8	18	12	
Тема 3.2	Процессинг первичных транскриптов	24	14	4	10	10	
Тема 3.3	Контроль экспрессии генов	16	8	2	6	8	
Полугодие 4		108	32	16	16	40	36 час - КЭ
Раздел 4	Биосинтез и биогенез белков	72	32	16	16	40	Устный опрос
Тема 4.1	Генетический код	18	8	4	4	10	
Тема 4.2	Трансляция	18	8	4	4	10	
Тема 4.3	Структурная организация белков. Посттрансляционная модификация и сборка белков	18	8	4	4	10	
Тема 4.4	Транспорт белков в клетке. Контроль качества белков в клетке	18	8	4	4	10	
Общий объем		288	144	48	96	108	36 час

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Цель самостоятельной работы обучающихся заключается в глубоком, полном

усвоении учебного материала и в развитии навыков самообразования. Самостоятельная работа может включать: работу с текстами, литературой, учебно-методическими пособиями, нормативными материалами, в том числе материалами сети интернет, а также проработку конспектов лекций, написание докладов, рефератов, участие в работе семинаров, научных конференциях и пр.

Задания для самостоятельной работы

Таблица 3

Номер раздела	Наименование раздела	Вопросы для самостоятельной работы
Раздел 1	Нуклеиновые кислоты	1) Н-форма ДНК, G-квадруплексы. 2) Хатимодзи-ДНК.
Раздел 2	Сохранение ДНК в ряду поколений	1) Система рестрикции-модификации у эубактерий. Ее значение для уничтожения чужеродной ДНК. 2) Системы рестрикции-модификации: строение ферментов, механизмы функционирования. 3) ДНК транспозоны: класс – хелитроны. Строение, распространение, механизмы транспозиции. 4) ДНК транспозоны: класс – полинтоны. Строение, распространение, механизмы транспозиции.
Раздел 3	Транскрипция	1) Семейство сигма-субъединиц РНК-полимеразы эубактерий. Регуляция активности генов с использованием набора сигма-субъединиц. 2) Рибозимы: определение, строение, принципы функционирования, примеры. 3) Альтернативный сплайсинг: виды и механизмы. Регуляция экспрессии генов путем альтернативного сплайсинга. Трансплайсинг 4) Метилирование ДНК как механизм эпигенетической регуляции экспрессии генов.
Раздел 4	Биосинтез и биогенез белков	1) Регуляция трансляции за счет изменения стабильности мРНК. Механизмы контроля качества мРНК 2) Ингибиторы синтеза белка или РНК: механизмы действия антибиотиков. 3) Обратимые посттрансляционные модификации: примеры, функциональное значение. 4) Ответ клетки на увеличение количества неправильно собранных белков. Реакция неправильно собранных белков (UPR). 5) Болезни, вызываемые неправильно собранными белками.

Контроль самостоятельной работы осуществляется на семинарских (практических) занятиях.

6. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся

Примерные варианты оценочных заданий для текущего контроля успеваемости

Таблица 4

Раздел, тема	Наименование разделов, тем	Форма контроля	Оценочное задание
Полугодие 3			
Раздел 1	Нуклеиновые кислоты	Устный опрос	Вопросы к опросу: 1. «Центральная догма» молекулярной биологии и ее эволюция.
Тема 1.1	Структура и свойства нуклеиновых кислот		

Тема 1.2	Пространственная организация нуклеиновых кислот		<ol style="list-style-type: none"> Первичная структура нуклеиновых кислот. Вторичная структура ДНК. А, В и Z-форма ДНК. Особые структуры ДНК. Топологические проблемы двуниевых молекул ДНК. Сверхспирализация ДНК и ее значение. Топоизомеразы типа I. Топоизомеразы типа II. Макромолекулярная структура РНК. Типы РНК.
Раздел 2	Сохранение ДНК в ряду поколений	Устный опрос	<p>Вопросы к опросу:</p> <ol style="list-style-type: none"> Основные принципы репликации ДНК, этапы и участвующие молекулы. Общие свойства ДНК-полимераз. Согласованная репликация двух родительских цепей ДНК в репликативной вилке. Репликация концов эукариотических хромосом. Теломераза. Репарация неспаренных нуклеотидов: репарация дочерней нити, зависящая от метилирования. Гомологичная рекомбинация у <i>E.coli</i>. Белок RecA <i>E.coli</i> и его роль в гомологичной рекомбинации. RecBCD - основной путь гомологичной рекомбинации у <i>E.coli</i>. Сайт-специфическая рекомбинация. Типы мобильных генетических элементов и их общие механизмы транспозиции.
Тема 2.1	Репликация ДНК		
Тема 2.2	Репарация ДНК		
Тема 2.3	Генетическая рекомбинация		
Раздел 3	Транскрипция	Устный опрос	<p>Вопросы к опросу:</p> <ol style="list-style-type: none"> РНК-полимеразы бактерий и эукариот. Транскрипционный цикл. Промоторы про- и эукариот. Инициация транскрипции РНК-полимеразой II эукариот на базальном промоторе. Механизмы посттранскрипционного контроля. Процессинг мРНК у эукариот. Процессинг 5'- и 3' концов мРНК у эукариот. Эпигенетические механизмы регуляции экспрессии генов: метилирование ДНК, модификации гистонов. Функционирование некодирующих РНК при регуляции экспрессии генов. Геномный импринтинг.
Тема 3.1	Основные принципы транскрипции ДНК у прокариот и эукариот		
Тема 3.2	Процессинг первичных транскриптов		
Тема 3.3	Контроль экспрессии генов		
Полугодие 4			
Раздел 4	Биосинтез и биогенез белков	Устный опрос	<p>Вопросы к опросу:</p> <ol style="list-style-type: none"> Генетический код Строение и функции рибосомы. Дорибосомный этап белкового синтеза. Инициация трансляции у прокариот. Инициация трансляции у эукариот. Иерархия структурной организации белков. Посттрансляционная модификация белков. <p>Определение, функциональное значение, примеры.</p> <ol style="list-style-type: none"> Участие шаперонов в фолдинге белков у прокариот и эукариот. Транспорт белков между ядром и цитозолем. Механизмы везикулярного транспорта.
Тема 4.1	Генетический код		
Тема 4.2	Трансляция		
Тема 4.3	Структурная организация белков. Посттрансляционная модификация и сборка белков		
Тема 4.4	Транспорт белков в клетке. Контроль качества белков в клетке		

Вопросы для подготовки к промежуточной аттестации зачету, кандидатскому экзамену

Перечень вопросов к зачету

1. Первичная структура нуклеиновых кислот.
2. Вторичная структура ДНК. Формы ДНК.
3. Топологические проблемы двунитевых молекул ДНК.
4. Сверхспирализация ДНК; ее роль в формировании особых структур ДНК.
5. Топоизомеразы типа I.
6. Топоизомеразы типа II.
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).
11. Согласованность репликации и клеточного деления.
12. Репликация: основные этапы и участвующие молекулы. Репликация у *E. coli*.
13. Общие свойства ДНК-полимераз.
14. ДНК-полимеразы *E. coli*. Субъединичный состав и роль отдельных субъединиц ДНК-полимеразы III.
15. Эукариотические ДНК-полимеразы.
16. Ассиметричный синтез ДНК. Согласованная репликация двух родительских цепей ДНК в репликативной вилке.
17. Репликация концов эукариотических хромосом. Теломераза.
18. Дефекты ДНК после репликации и другие повреждения ДНК. Некоторые типы прямой реактивации повреждений ДНК.
19. Эксцизионная репарация. Репарация вырезанием основания.
20. Репарация вырезанием нуклеотидов - репарация повреждений, заметно нарушающих структуру ДНК. Система Uvr ABC *E. coli*.
21. Репарация неспаренных (обычных) нуклеотидов. Репарация дочерней нити, зависящая от метилирования.
22. Индуцируемая репарация. SOS-репарация.
23. Репарация повреждений двух цепей ДНК.
24. Гомологичная рекомбинация. Модель Холлидея.
25. Другие модели гомологичной рекомбинации: модель Мезельсона-Рэддинга и модель Жостака.
26. Мейотическая и митотическая рекомбинация.
27. RecBCD - основной путь гомологичной рекомбинации у *E. coli*.
28. Белок RecA *E. coli* и его роль в гомологичной рекомбинации. Гомологичные ферменты рекомбинации у различных организмов.
29. Конверсия гена.
30. «Кассетный» механизм смены типов спаривания у гаплоидных дрожжей.
31. Механизм антигенных вариаций у бактерий-паразитов

32. Сайт-специфическая рекомбинация. Ферменты, осуществляющие сайт-специфическую рекомбинацию: интегразы и инвертазы.
33. Сайт-специфическая рекомбинация у позвоночных – перестройка генов иммуноглобулинов и Т-клеточных рецепторов
34. Эктопическая рекомбинация.
35. Генетическая рекомбинация без гомологии: транспозиция и незаконная рекомбинация. Биологическое значение этих систем.
36. Типы мобильных генетических элементов и механизмы их транспозиции.
37. ДНК-транспозоны
38. Ретротранспозоны. LINE- и – SINE-элементы.
39. РНК-полимеразы бактерий и эукариот. Транскрипционный цикл.
40. Промоторы про- и эукариот. Инициация транскрипции у про- и эукариот.
41. Регуляция активности Lac-оперона *E.coli*. Схема Жакоба-Моно.
42. Атенуация транскрипции.
43. Основные механизмы регуляции транскрипции у эукариот.
44. Посттранскрипционный контроль экспрессии генов.
45. РНК-переключатели (riboswitches). Роль в регуляции экспрессии генов.
46. РНК-редактирование.
47. Механизмы РНК-интерференции. Малые интерферирующие РНК. МикроРНК.
48. Процессинг рРНК и тРНК у бактерий и эукариот. Рибозимы.
49. Процессинг 5'- и 3' концов мРНК у эукариот.
50. Процессинг мРНК у эукариот: сплайсинг экзонов. Альтернативный сплайсинг и транс-сплайсинг.
51. Малые ядерные РНП эукариот и их роль в сплайсинге
52. мРНК про- и эукариот. Особенности их транскрипции и трансляции.
53. Перекодирующие сигналы в мРНК.

Вопросы для подготовки к кандидатскому экзамену

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. Топологические проблемы двуниевых молекул ДНК. Сверхспирализация ДНК; ее роль в формировании особых структур ДНК.
4. Топоизомеразы типов I и II.
5. Макромолекулярная структура РНК. Вторичная и третичная структура тРНК.
6. Типы РНК. Их участие в биосинтезе белков, в подавлении экспрессии генов и модификации других РНК.
7. Основные принципы репликации ДНК.
8. Репликоны про- и эукариот. Точки начала репликации (ориджины репликации).
9. Согласованность репликации и клеточного деления.
10. Репликация: основные этапы и участвующие молекулы. Репликация у *E coli*.

11. Общие свойства ДНК-полимераз. ДНК-полимеразы *E. coli*. Субъединичный состав и роль отдельных субъединиц ДНК-полимеразы III. Эукариотические ДНК-полимеразы.
 12. Ассиметричный синтез ДНК. Согласованная репликация двух родительских цепей ДНК в репликативной вилке.
 13. Репликация концов эукариотических хромосом. Теломераза.
 14. Дефекты ДНК после репликации и другие повреждения ДНК. Некоторые типы прямой реактивации повреждений ДНК.
 15. Эксцизионная репарация.
 16. Индуцируемая репарация. SOS-репарация.
 17. Репарация неспаренных (обычных) нуклеотидов. Репарация дочерней нити, зависящая от метилирования.
 18. Репарация повреждений двух цепей ДНК.
 19. Гомологичная рекомбинация. Модель Холлидея. Мейотическая и митотическая рекомбинация. Гомологичная рекомбинация у *E. coli*. RecBCD - основной путь гомологичной рекомбинации у *E. coli*.
 20. Белок RecA *E. coli* и его роль в гомологичной рекомбинации. Гомологичные ферменты рекомбинации у различных организмов.
 21. Конверсия гена.
 22. Специализированные системы гомологичной рекомбинации. Примеры и механизмы.
 23. Сайт-специфическая рекомбинация. Ферменты, осуществляющие сайт-специфическую рекомбинацию: интегразы и инвертазы.
 24. Эктопическая рекомбинация. Генетическая рекомбинация без гомологии: транспозиция и незаконная рекомбинация. Биологическое значение этих систем.
 25. Типы мобильных генетических элементов и механизмы их транспозиции.
 26. РНК-полимеразы бактерий и эукариот. Транскрипционный цикл.
 27. Промоторы про- и эукариот. Инициация транскрипции у про- и эукариот.
 28. Регуляция экспрессии оперонов прокариот.
 29. Аттенуация транскрипции.
 30. Основные механизмы регуляции транскрипции у эукариот.
 31. Посттранскрипционный контроль экспрессии генов.
 32. РНК-переключатели (riboswitches). Роль в регуляции экспрессии генов.
 33. РНК-редактирование.
 34. Механизмы РНК-интерференции (RNAi). Малые интерферирующие РНК.
- МикроРНК
35. Процессинг рРНК и тРНК у бактерий и эукариот. Рибозимы.
 36. Процессинг 5'- и 3' концов мРНК у эукариот.
 37. Процессинг мРНК у эукариот: сплайсинг экзонов. Альтернативный сплайсинг и транс-сплайсинг.
 38. Малые ядерные РНП эукариот и их роль в сплайсинге
 39. мРНК про- и эукариот. Особенности их транскрипции и трансляции. Перекодирующие сигналы в мРНК.
 40. Генетический код.
 41. тРНК – адаптор белкового синтеза. Гипотеза нестроого соответствия Ф.Крика

42. Дорибосомный этап белкового синтеза. Два класса аминоацил-тРНК-синтетаз. Специфичность аминоацил-тРНК-синтетаз.
43. Строение и функции рибосомы.
44. Элементарный элонгационный цикл рибосомы. Терминация трансляции.
45. Инициация трансляции. Инициаторы трансляции и способ распознавания первого кодона мРНК у прокариот и эукариот.
46. Регуляция на пути от ДНК к белку.
47. Структура белков. Иерархия структурной организации белков
48. Посттрансляционная модификация белков. Определение, функциональное значение, примеры.
49. Посттрансляционная модификация внутренних и концевых аминокислотных остатков белков.
50. Посттрансляционная модификации белков: гликозилирование белков.
51. Посттрансляционная модификации белков: ограниченный протеолиз и формирование липопротеинов.
52. Обратимые посттрансляционные модификации белков. Функциональное значение, примеры.
53. Роль первичной структуры в пространственной сборке белка. Опыты К.Анфинсена. Ферменты фолдинга (фолдазы).
54. Молекулярные шапероны. Общая характеристика, участие в фолдинге белков.
55. Роль шаперонов семейств HSP70, HSP60 и HSP90 в фолдинге белков.
56. Две ветви транспорта белков в эукариотической клетке. Сигнальная гипотеза транспорта белков в клетке. Сигнальные пептиды и сигнальные участки.
57. Транспорт белков в эндоплазматический ретикулум. Встраивание трансмембранных белков в мембрану эндоплазматического ретикулума.
58. Транспорт белков в митохондрии.
59. Транспорт белков между ядром и цитозолем
60. Секреторный путь синтеза и сортировки белков.
61. Транспорт белков из эндоплазматического ретикулума в аппарат Гольджи. Возвращение резидентных белков эндоплазматического ретикулума.
62. Транспорт гидролаз в лизосомы.
63. Транспортные везикулы. Сборка и разборка клатриновой оболочки. Участие малой GTPазы Sar1 в формировании COPII-везикулы.
64. Белки, участвующие в слиянии внутриклеточных везикул: SNAREs, GTPазы Rabs, NSF/SNAP. Их роль в везикулярном транспорте.
65. Убиквитин-зависимая система протеолиза белков.

Описание критериев и шкал оценивания

В ходе текущего контроля успеваемости (устный или письменный опрос, подготовка и защита реферата, доклад, презентация, тестирование и пр.) при ответах на учебных занятиях, а также промежуточной аттестации в форме кандидатского экзамена обучающиеся оцениваются по четырёхбалльной шкале: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценка «отлично» – выставляется аспиранту, если он глубоко усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его

излагает, умеет связывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами и вопросами, не затрудняется с ответами при видоизменении заданий, умеет принять правильное решение и грамотно его обосновывать, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач, комплексной оценкой предложенной ситуации.

Оценка «хорошо» – выставляется аспиранту, если он твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей при ответе на вопрос, но недостаточно полно раскрывает междисциплинарные связи, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения, комплексной оценкой предложенной ситуации.

Оценка «удовлетворительно» – выставляется аспиранту, если он имеет поверхностные знания программного материала, не усвоил его деталей, допускает неточности, оперирует недостаточно правильными формулировками, нарушает логическую последовательность в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических задач, испытывает затруднения с комплексной оценкой предложенной ситуации, не полностью отвечает на вопросы, в том числе при помощи наводящих вопросов преподавателя.

Оценка «неудовлетворительно» – выставляется аспиранту, который не знает значительной части программного материала, допускает грубые ошибки, неуверенно, с большими затруднениями решает практические задачи или не справляется с ними самостоятельно, не владеет комплексной оценкой ситуации, неверно выбирает тактику действий.

В ходе текущего контроля успеваемости (устный или письменный опрос, подготовка и защита реферата, доклад, презентация, тестирование и пр.) при ответах на учебных занятиях, а также промежуточной аттестации в форме зачета обучающиеся оцениваются по двухбалльной шкале:

Оценка «зачтено» – выставляется аспиранту, если он продемонстрировал знания программного материала, подробно ответил на теоретические вопросы, справился с выполнением заданий и (или) ситуационных задач, предусмотренных рабочей программой дисциплины (модуля).

Оценка «не зачтено» – выставляется аспиранту, если он имеет пробелы в знаниях программного материала, не владеет теоретическим материалом и допускает грубые, принципиальные ошибки в выполнении заданий и (или) ситуационных задач, предусмотренных рабочей программой дисциплины (модуля).

Шкала оценивания (четырёхбалльная или двухбалльная), используемая в рамках текущего контроля успеваемости определяется преподавателем, исходя из целесообразности применения той или иной шкалы.

Если текущий контроль успеваемости и (или) промежуточная аттестация, предусматривает тестовые задания, то перевод результатов тестирования в четырёхбалльную шкалу осуществляется по схеме:

Оценка «Отлично» – 90-100% правильных ответов;

Оценка «Хорошо» – 80-89% правильных ответов;

Оценка «Удовлетворительно» – 71-79% правильных ответов;

Оценка «Неудовлетворительно» – 70% и менее правильных ответов.

Перевод результатов тестирования в двухбалльную шкалу:

Оценка «Зачтено» – 71-100% правильных ответов;

Оценка «Не зачтено» – 70% и менее правильных ответов.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Таблица 5

№ п/п	Автор, наименование, место издания, издательство, год издания	Количество экземпляров
1	Молекулярная биология клетки [Текст] [в 3 т.] –Альбертс и др. пер с англ. Москва; Ижевск: ИКИ, 2013.	5
2	Молекулярная биология клетки [Текст] : рук. для врачей, Д. М. Фаллер, Д. Шилдс пер с англ. Москва: Бином-Пресс, 2014.	20
3	Основы молекулярной биологии клетки [Текст] / Б. Альбертс, Д. Брей, К. Хопкин и др. пер. с англ. - Москва: БИНОМ. Лаб. знаний, 2015.	5
4	Гены [Текст] / Льюин Б. ; пер. с англ. - Москва : БИНОМ. Лаб. знаний, 2012.	5
5	Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии [Электронный ресурс] под ред. К. Уилсон, Дж. Уолкер. пер. с англ. Москва: БИНОМ. Лаб. знаний, 2015. - Режим доступа: http://marc.rsmu.ru:8020/marcweb2/Default.asp .	Удаленный доступ
6	Нуклеиновые кислоты от А до Я [Текст] под ред. С. Мюллер ; пер. с англ. Москва : Бином. Лаборатория знаний, 2012.	1
7	NGS высокопроизводительное секвенирование [Электронный ресурс] Д. В. Ребриков, Д. О, Коростин. Москва : БИНОМ. Лаб. знаний, 2015. Режим доступа: http://marc.rsmu.ru:8020/marcweb2/Default.asp .	Удаленный доступ
8	Молекулярная биология [Текст] : Рибосомы и биосинтез белка : [учеб. для вузов] / Спиринов А. С. – Москва : Академия, 2011.	5
9	Культура животных клеток [Электронный ресурс] практ. рук. / Р. Я. Фрешни. Москва : БИНОМ. Лаб. знаний, 2014. Режим доступа: http://marc.rsmu.ru:8020/marcweb2/Default.asp .	Удаленный доступ

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Официальный сайт РНИМУ: адрес ресурса – <https://rsmu.ru.ru/>, на котором содержатся сведения об образовательной организации и ее подразделениях, локальные нормативные акты, сведения о реализуемых образовательных программах, их учебно-методическом и материально-техническом обеспечении, а также справочная, оперативная и иная информация. Через официальный сайт обеспечивается доступ всех участников образовательного процесса к различным сервисам и ссылкам, в том числе к Автоматизированной системе подготовки кадров высшей квалификации (далее – АСПКВК);

2. ЭБС РНИМУ им. Н.И. Пирогова – Электронная библиотечная система;
3. ЭБС IPRbooks – Электронно-библиотечная система;
4. ЭБС Айбукс – Электронно-библиотечная система;
5. ЭБС Букап – Электронно-библиотечная система;
6. ЭБС Лань – Электронно-библиотечная система;
7. ЭБС Юрайт – Электронно-библиотечная система;
8. <http://www.books-up.ru> (электронная библиотечная система);
9. <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp> - научная электронная библиотека.

Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. <http://www.consultant.ru> - Консультант студента, компьютерная справочная правовая система в РФ;

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

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Таблица 6

№ п/п	Наименование оборудованных учебных аудиторий	Перечень специализированной мебели, технических средств обучения
1	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типов, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет", учебные парты, стулья, мел, мультимедийный экран, интерактивные доски, видеопроекторы, микрофон, кафедра (для преподавателя), оргтехника.
2	Помещения для самостоятельной работы (Библиотека, в том числе читальный зал)	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде РНИМУ.

Программное обеспечение

- MICROSOFT WINDOWS 7, 10;
- OFFICE 2010, 2013;
- Антивирус Касперского (Kaspersky Endpoint Security);
- ADOBE CC;
- Photoshop;
- Консультант плюс (справочно-правовая система);
- iSpring;
- Adobe Reader;
- Adobe Flash Player;
- Google Chrom, Mozilla Firefox, Mozilla Public License;
- 7-Zip;
- FastStone Image Viewer.

9. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины (модуля)

Преподавание дисциплины (модуля) осуществляется в соответствии с Федеральными государственными требованиями.

Основными формами получения и закрепления знаний по данной дисциплине (модулю) являются занятия лекционного и семинарского типа, самостоятельная работа обучающегося, в том числе под руководством преподавателя, прохождение контроля.

Учебный материал по дисциплине (модулю) разделен на разделы:

Раздел 1. Нуклеиновые кислоты.

Раздел 2. Сохранение ДНК в ряду поколений.

Раздел 3. Транскрипция.

Раздел 4. Биосинтез и биогенез белков.

Изучение дисциплины (модуля) согласно учебному плану предполагает самостоятельную работу обучающихся. Самостоятельная работа включает в себя изучение литературы, её конспектирование, подготовку к семинарским (практическим) занятиям, текущему контролю успеваемости и промежуточной аттестации.

Текущий контроль успеваемости по дисциплине (модулю) и промежуточная аттестация осуществляются в соответствии с Порядком организации и проведения текущего контроля успеваемости и Порядком проведения промежуточной аттестации обучающихся, устанавливающим формы проведения промежуточной аттестации, ее периодичность и систему оценок.

Наличие в Университете электронной информационно-образовательной среды, а также электронных образовательных ресурсов позволяет изучать дисциплину (модуль) инвалидам и лицам с ОВЗ.

Особенности изучения дисциплины (модуля) инвалидами и лицами с ОВЗ определены в Положении об организации получения образования для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.

10. Методические рекомендации преподавателю по организации учебного процесса по дисциплине (модулю)

Преподавание дисциплины (модуля) осуществляется в соответствии с Федеральными государственными требованиями.

При изучении дисциплины (модуля) рекомендуется использовать следующий набор средств и способов обучения:

- рекомендуемую литературу;
- задания для подготовки к семинарам (практическим занятиям) – вопросы для обсуждения и др.;
- задания для текущего контроля успеваемости (задания для самостоятельной работы обучающихся);
- вопросы и задания для подготовки к промежуточной аттестации по итогам изучения дисциплины (модуля).

При проведении занятий лекционного и семинарского типа, в том числе в форме вебинаров и on-line курсов необходимо строго придерживаться учебно-тематического плана дисциплины (модуля), приведенного в разделе 4 данного документа. Необходимо уделить внимание рассмотрению вопросов и заданий, включенных в оценочные задания, при необходимости, решить аналогичные задачи с объяснением алгоритма решения.

Следует обратить внимание обучающихся на то, что для успешной подготовки к текущему контролю успеваемости и промежуточной аттестации нужно изучить литературу, список которой приведен в разделе 7 данной рабочей программы

дисциплины (модуля) и иные источники, рекомендованные в подразделах «Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и «Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем», необходимых для изучения дисциплины (модуля).

Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация осуществляются в соответствии с Порядком организации и проведения текущего контроля успеваемости и Порядком проведения промежуточной аттестации обучающихся, устанавливающим формы проведения промежуточной аттестации, ее периодичность и систему оценок, с которыми необходимо ознакомить обучающихся на первом занятии.