

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Институт биомедицины (МБФ)

УТВЕРЖДАЮ

Директор Института

Прохорчук Егор Борисович

**Доктор биологических наук,
Член-корреспондент
Российской академии наук**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Б.1.О.20 Основы молекулярной биологии
для образовательной программы высшего образования - программы бакалавриата
по направлению подготовки
06.03.01 Биология
направленность (профиль)
Биомедицина
Год начала подготовки - 2023**

Настоящая рабочая программа дисциплины Б.1.О.20 Основы молекулярной биологии (далее – рабочая программа дисциплины) является частью программы бакалавриата по направлению подготовки 06.03.01 Биология.

Направленность (профиль): Биомедицина.

Форма обучения: очная.

Составители:

№, п/п	Фамилия, Имя, Отчество	Учёная степень, звание	Должность	Место работы
1	Кулакова Ольга Георгиевна	Кандидат биологических наук, Доцент	Доцент кафедры	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)
2	Матвеева Наталия Алексеевна	Кандидат биологических наук	Старший научный сотрудник	ФГБУ «НМИЦК им. ак. Е.И. Чазова» Минздрава России

Рабочая программа дисциплины рекомендована к утверждению рецензентами:

№ п/п	Фамилия, Имя, Отчество	Учёная степень, звание	Должность	Место работы
1	Чудаков Дмитрий Михайлович	Доктор медицинских наук, Профессор, членкорреспондент РАН	И.о. директора НИИ трансляционной медицины, зав. отделом молекулярных технологий	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры

«Кафедра молекулярной биологии и медицинской биотехнологии МБФ»
 протокол от «___» _____ № _____

Зав. кафедрой
 Прохорчук Егор Борисович
 Доктор биологических наук,
 Член-корреспондент
 Российской академии наук

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена ученым советом

« _____ »
 протокол от «___» _____ 20__ № _____

Директор Института
 Прохорчук Егор Борисович
 Доктор биологических наук,
 Член-корреспондент
 Российской академии наук

Нормативно-правовые основы разработки и реализации рабочей программы дисциплины:

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования – специалитет по специальности 06.03.01 Биология, утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от «7» августа 2020 г. № 920 рук.
2. Устав и локальные нормативные акты Университета.
3. Общая характеристика образовательной программы.
4. Учебный план образовательной программы.

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

1. Общие положения

1.1. Цель и задачи освоения дисциплины

1.1.1. Цель: Получение системных знаний об общих закономерностях развития и организации живой материи на молекулярном уровне как фундаментально-теоретической основы для усвоения и понимания существа физиологических и патологических процессов в организме; выявление тесной связи молекулярной биологии с другими медицинскими дисциплинами, практическим здравоохранением; формирование современного естественно-научного мировоззрения на основе знания механизмов передачи и реализации генетической информации

1.1.2. Задачи, решаемые в ходе освоения дисциплины:

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

1.2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Основы молекулярной биологии» изучается в 6 семестре(ах) и относится к обязательной части Блока Б.1 «Дисциплины». Является обязательной дисциплиной.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.0 з.е.

Для успешного освоения настоящей дисциплины обучающиеся в рамках образовательной программы должны освоить следующие дисциплины и практики: Микробиология, вирусология; Общая и неорганическая химия; Иностранный язык; Биохимия; Органическая химия; Практика по профилю профессиональной деятельности "Лаборантская"; Биоинформатика.

Знания, умения и опыт практической деятельности, приобретенные при освоении настоящей дисциплины, необходимы для успешного освоения дисциплин: Функционирование геномов и генов; Фармакология; Иммунология.

Знания, умения и опыт практической деятельности, приобретенные при освоении настоящей дисциплины, необходимы для успешного прохождения практик: Преддипломная, НИР.

1.3. Планируемые результаты освоения дисциплины

6 семестр

Код и наименование компетенции	
Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины
ОПК-5 Способен применять в профессиональной деятельности современные представления об основах биотехнологических и биомедицинских производств, генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования	
ОПК-5.ИД1 Применяет в профессиональной деятельности современные представления об основах биотехнологических и биомедицинских производств	Знать: Основные понятия и принципы молекулярной биологии.
	Уметь: Воспроизводить основные молекулярно-биологические методы исследования для решения экспериментальных и практических задач в области биомедицины.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): Владеть методическими навыками для применения их в области биотехнологических и биомедицинских производств.
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	
УК-1.ИД1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними.	Знать: Основные понятия и законы молекулярной биологии, основные методы и средства анализа в современной молекулярной биологии.
	Уметь: Предложить адекватный, в том числе междисциплинарный, подход для поиска взаимосвязи между нарушениями в структуре и функционировании генов (генома) и патологическими процессами.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): Владеть навыками выбора подходящих моделей и методов исследования проблемных ситуаций.

2.Формы работы обучающихся, виды учебных занятий и их трудоёмкость

Формы работы обучающихся / Виды учебных занятий / Формы промежуточной аттестации		Всего часов	Распределение часов по семестрам
			6
Учебные занятия			
Контактная работа обучающихся с преподавателем в семестре (КРО), в т.ч.:		64	64
Лекционное занятие (ЛЗ)		32	32
Лабораторно-практическое занятие (ЛПЗ)		26	26
Коллоквиум (К)		6	6
Самостоятельная работа обучающихся в семестре (СРО), в т.ч.:		44	44
Подготовка реферата		10	10
Подготовка к учебным аудиторным занятиям		25	25
Иные виды самостоятельной работы (в т.ч. выполнение практических заданий проектного, творческого и др. типов)		9	9
Промежуточная аттестация:			
Контактная работа обучающихся в ходе промежуточной аттестации (КРПА), в т.ч.:		9	9
Экзамен (Э)**		9	9
Самостоятельная работа обучающихся при подготовке к промежуточной аттестации (СРПА)**		27	27
Общая трудоемкость дисциплины (ОТД)	в часах: ОТД = КРО+СРО+КРПА+СРПА	144	144
	в зачетных единицах: ОТД (в часах): 36	4,00	4,00

** Промежуточная аттестация обучающихся по дисциплине в форме экзамена организуется в рамках экзаменационной сессии согласно расписанию экзаменов. Время на подготовку к экзамену и его прохождение устанавливается учебным планом образовательной программы.

3. Содержание дисциплины

3.1. Содержание разделов, тем дисциплины

6 семестр

№ п /п	Шифр компетенции	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
Раздел 1. Введение в предмет. Задачи и основные этапы развития молекулярной биологии и генетики. Современное состояние науки			
1	ОПК-5.ИД1, УК-1.ИД1	Тема 1. История развития генетики и молекулярной биологии. Основные законы генетики. Взаимосвязь генетики и молекулярной биологии	Открытие основных законов генетики: предшественники Менделя, основные заслуги Менделя, его законы. Парадокс Менделя. Вторичное открытие законов Менделя. Начало бурного развития менделизма. Основные типы взаимодействия генов (комплементарность, эпистаз, полимерия, плейотропия, энхансерные и супрессорные гены). Закон Харди-Вайнберга. Хромосомная теория наследственности как фундаментальное объединение до сих пор разрозненных дисциплин: цитологии и генетики. Дрозофила как основной модельный организм для открытия основных законов современной генетики: Морган и его ученики. Сцепленное с полом наследование, группа сцепления, кроссинговер, линейное расположение генов, интерференция, генетические карты, политемные хромосомы. Митотическая и мейотическая рекомбинация. Пенетрантность и экспрессивность. Хромосомные перестройки: инверсии, делеции, транслокации, транспозиции. Прологомены молекулярной биологии – концепция матрицы Кольцова (и Колли). Классификация мутаций. Бактериальная трансформация (Гриффитс). Зеленая тетрадь (1935) и квантование гена – теория мишени, размер гена: Тимофеев-Рессовский, Циммер, Дельбрюк – биология становится молекулярной. От дрозофилы к нейроспоре – зарождение биохимической генетики, один ген – один фермент (Бидл и Татум).
Раздел 2. Структура, свойства и функции нуклеиновых кислот			
1	ОПК-5.ИД1, УК-1.ИД1	Тема 1. От нуклеотидов к геномам: структура и функции нуклеиновых кислот	Центральная догма молекулярной биологии. Опыты Мишера. Эксперимент Гриффита. Эксперимент Эвери, Маклеода и Маккарти. Эксперимент Херши и Чейз. Правила Чаргаффа и определение структуры двойной спирали ДНК. Нуклеозиды и нуклеотиды. Большая и малая бороздки двойной спирали ДНК, взаимодействия с белками. А-, В-, Z-форма ДНК. Неканоническое спаривание оснований и неканонические структуры в ДНК. Плавление и суперспирализация ДНК. Топоизомеразы. Хатимодзи-ДНК и синтетическая геномика. Структура РНК. РНК-связывающие белки. Модификации РНК. Функции РНК в клетке. Методы выделения и очистки нуклеиновых кислот. Экстракция НК с помощью органических растворителей. Твердофазные методы выделения НК. Выделение ДНК из 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.
2	ОПК-5.ИД1, УК-1.ИД1	Тема 2. Репликация ДНК	Три возможных сценария репликации. Эксперимент Мезельсона и Сталя. Структура ДНК-полимераз. Основные ДНК-полимеразы кишечной палочки. Структура PolIII. Точность и процессивность ДНК-полимераз. Строение прокариотической реплисомы. Инициация репликации у прокариот, регуляция инициации. Прерывистый характер синтеза на отстающей цепи и фрагменты Оказаки. Терминация репликации. Эукариотический ориджин. Активация ориджина и предотвращение повторной активации. Эукариотическая реплисома и процессинг фрагментов Оказаки у эукариот. Репликоны и фокусы репликации. Структура теломер и теломеразы. Полимеразная цепная реакция (ПЦР). 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.

№ п /п	Шифр компетенции	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
3	ОПК-5.ИД1, УК-1.ИД1	Тема 3. Репарация ДНК.	Причины повреждений ДНК. Классификация повреждений ДНК. Стратегии коррекции повреждений. Удаление циклобутановых димеров. Удаление метильной группы из позиции О6 гуанина. Эксцизия оснований и эксцизия нуклеотидов. ДНК-гликозилазы. Система UvrA/B/C/D кишечной палочки. Исправление ошибок репликации, структура MutS. Обход препятствия в ДНК посредством смены матричных цепей. SOS-репарация. Репарация двунитевых разрывов посредством гомологичной рекомбинации и негомологичного соединения концов ДНК. Индуцированный химический мутагенез – управление получением искусственных мутаций – основной инструмент экспериментальной молекулярной генетики.
4	ОПК-5.ИД1, УК-1.ИД1	Тема 4. Генетическая рекомбинация	Биологическая роль рекомбинации. Модель Холлидея и понятие кроссинговера. Рекомбинация в клетках кишечной палочки и RecBCD путь. Роль главного рекомбинационного белка Rec A. Генная конверсия. Сайт-специфическая рекомбинация. Интеграция вирусных геномов. Инверсии в геноме. Перемещения мобильных элементов. Транспозоны и транспозазы. Нерепликативная транспозиция. Репликативная транспозиция. Ретротранспозоны. LINE- и – SINE-элементы. Биологическое значение подвижных генетических элементов.
5	ОПК-5.ИД1, УК-1.ИД1	Тема 5. Механизмы регуляции поведения клеток. Клеточный цикл.	Сигнальные каскады. Принципы передачи сигнала в клетке. Киназы и фосфатазы. Ростовые факторы и их рецепторы. MAPK сигнальный каскад. ГТФ-азы семейства Ras. Клеточный цикл. Принципы клеточного цикла у прокариот и эукариот. Регуляция клеточного цикла у эукариот. Регуляция входа в клеточный цикл: Циклин Д и индукция клеточного цикла в клетке. Циклины и циклин-зависимые киназы. Контрольные точки. Белки-ингибиторы циклин-зависимых киназ. Протеолитическая деградация в клеточном цикле. Регуляция входа в репликацию. Регуляция репликации. Регуляция входа в митоз. Митоз. Нарушения клеточного цикла в болезнях, в т.ч. в онкологических нарушениях. Метод исследования клеточного цикла: проточная цитофлуорометрия.
Раздел 3. Основы регуляции экспрессии генов			
1	ОПК-5.ИД1, УК-1.ИД1	Тема 1. Транскрипция у прокариот. Транскрипция у эукариот	РНК-полимераза прокариот, ее субъединичная и трехмерная структуры. Разнообразие сигма-факторов. Промотор генов прокариот, его структурные элементы: последовательности –10 (Прибнов-бокс) и –35. Стадии транскрипционного цикла. Инициация, образование “открытого комплекса”, элонгация и терминация транскрипции. Rho-зависимая и rho-независимая терминация. Атенуация транскрипции. Понятие оперона. Регуляция экспрессии триптофанового оперона. Лактозный оперон. CAP-белок. Регуляция транскрипции в развитии фага лямбда. Принципы узнавания ДНК регуляторными белками (CAP-белок и репрессор фага лямбда). “Рибопереклюатели”. РНК-полимеразы I, II и III эукариот. Участие разных полимераз в транскрипции разных клеточных РНК. Чувствительность полимераз к α-аманитину. Открытая и закрытая конформации РНК-полимеразы и их роль в стабилизации связи фермента с ДНК-матрицей. “Модули” промоторов полимеразы II у эукариот. Базальная транскрипция и общие факторы транскрипции. TBP и TAF факторы. Узнавание ДНК фактором TBP. Базальные транскрипционные факторы TFIIA, TNPB, TFIIF, TNPB. Энзиматические активности базального фактора TFIIN. Сборка преинициаторного комплекса на промоторе. Особая роль TAF в преинициаторном комплексе на промоторах, не содержащих ТАТА-бокс. Ковалентная модификация факторов транскрипции. Фосфорилирование субъединицы РНК-полимеразы II и элонгация транскрипции.

№ п /п	Шифр компетенции	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
2	ОПК-5.ИД1, УК-1.ИД1	Тема 2. Регуляция экспрессии генов	Регуляция транскрипции полимеразой II у эукариот. Понятие о цис- и транс-регуляции транскрипции. Белки – активаторы транскрипции, их доменные структуры. Типы доменов, узнающих регуляторные цис-действующие элементы. Комбинаторный принцип в регуляции транскрипции. Коактиваторы и корепрессоры. Медиатор. Энхансеры и энхансосома. Принцип “дальнодействия” в регуляции транскрипции. Тканеспецифичность энхансеров. Внешние сигналы (митогенные факторы, гормоны), регулирующие транскрипцию генов. Стадии процесса экспрессии генов, подверженные регуляции. Механизмы регуляции экспрессии генов в различных сигнальных каскадах. Дифференциальная активность генов в онтогенезе многоклеточных. Генетические каскады, регулирующие развитие. Гомеодомены регуляторных белков и явление гомеозиса. Принципы структурной организации и регуляции активности генов НОХ-кластеров, определяющих план строения тела. Транскрипционные факторы как морфогены в развитии многоклеточных организмов. Белки группы поликомб и триторакс. Ядерные рецепторы гормонов. Гистоновый код. Химические модификации гистонов: ацетилирование, фосфорилирование, метилирование, убиквитинилирование и АДФ-рибозилирование. Понятие о “гистоновом коде”. Активный и неактивный хроматин. Механизмы репрессии генов, обусловленные деацетилированием и метилированием гистонов. Белковые домены, осуществляющие метечение гистонов и чтение меток. Ремоделирование хроматина. Роль нуклеосомных структур в активации экспрессии гена. Эухроматин и гетерохроматин. Распространение гетерохроматинизации по хромосоме. Эффекты положения генов. Механизмы инактивации генов при метилировании ДНК. Репликативное метилирование ДНК. “Родительский” геномный импринтинг как эпигенетическая регуляция экспрессии генов.
3	ОПК-5.ИД1, УК-1.ИД1	Тема 3. Процессинг первичных транскриптов	Созревание и транспорт мРНК. Кепирование, сплайсинг и полиаденилирование транскриптов, синтезируемых полимеразой II. Процессинг 3'-конца транскрипта: участие цис-регуляторных последовательностей и транс-факторов в этом процессе; эндонуклеазы процессинга и polyA-полимераза. Альтернативные промоторы и сайты полиаденилирования. Формирование рибонуклеопротеиновых частиц. “Контроль качества” пре-мРНК в ядре. Транспорт мРНК через ядерную мембрану. Открытие интронов. Типы интронов. Механизмы сплайсинга. Роль малых ядерных РНК и белковых факторов. Сплайсосома. Альтернативный сплайсинг, примеры. Энхансеры сплайсинга. Биологическая роль альтернативного сплайсинга, примеры. Механизмы узнавания/обозначения экзонов и интронов. Транс-сплайсинг, его распространение. “Самосплайсинг”. Процессинг тРНК и рРНК у про- и эукариот. Метилирование рибозы и образование псевдоуридина. Роль малых ядрышковых РНК. Интроны групп 1 и 2. Редактирование РНК. Типы редактирования. Биологические функции и механизм РНК-интерференции. Участники процесса. Короткие интерферирующие РНК. RISC. Особенности РНК-интерференции у разных организмов. МикроРНК. Процессинг. Механизм действия.
4	ОПК-5.ИД1, УК-1.ИД1	Тема 4. Некодирующие РНК	Классификация нкРНК. Длинные нкРНК, их структура и биогенез. Отличия и сходства в процессинге нкРНК и мРНК. нкРНК как структурная основа сборки РНК-белковых комплексов. Роль нкРНК в образовании ядерных телец. Функции нкРНК в установлении и поддержании пространственной организации хроматина. Энхансерные РНК – их биогенез и участие в энхансер-промоторной коммуникации.
Раздел 4. Механизмы трансляции. Структура и биогенез белков			

№ п /п	Шифр компетенции	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
1	ОПК-5.ИД1, УК-1.ИД1	Тема 1. Генетический код. Дорибосомный этап биосинтеза белков	Генетический код. Гипотезы организации генетического кода (перекрывающийся, неперекрывающийся). Триплетная гипотеза Гамова и ее экспериментальное подтверждение (Крик и Бензер). Экспериментальная расшифровка генетического кода. Эксперименты Ниренберга и Маттеи (гомополимеры), Ниренберга и Ледера (связывание триплетов). Понятие кодона. Свойства генетического кода: триплетность, специфичность, вырожденность или синонимичность, неперекрываемость, отсутствие пробелов, однонаправленность, координатность белку. Старт и стоп кодоны. Универсальность генетического кода и исключения из нее. Различия между универсальными, митохондриальными, и неканоническими кодонами, селеноцистеин, пирролизин. Рамка считывания, открытая рамка считывания, сдвиг рамки считывания. Адапторная гипотеза Крика. Транспортные РНК. Изоакцепторные тРНК. Строение тРНК. Понятие антикодона тРНК. Его расположение во вторичной и третичной структуре тРНК. Кодон-антикодоновые взаимодействия: канонические и неканонические (инозин). Гипотеза нестрогого соответствия Крика (wobble). Стереохимия кодон-антикодового комплементарного комплекса. Минорные нуклеотиды в тРНК. Понятие трансляции. Сходства и различия между про- и эукариотами. Химические реакции биосинтеза белков. Типы образующихся связей. Энзимология процесса. Энергетический баланс биосинтеза белков. Дорибосомный этап белкового синтеза. Реакции аминоацилирования тРНК: активирование аминокислот с образованием аминоациладенилатов и перенос 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-синтез.
2	ОПК-5.ИД1, УК-1.ИД1	Тема 2. Рибосома. Биосинтез белков	Рибосомный этап трансляции. Прокариотический и эукариотический типы рибосом. Три сайта связывания тРНК на рибосоме: А, Р, и Е, их характеристики. Стадии трансляции: инициация, элонгация и терминация. Специальные механизмы контроля точности трансляции. Инициация в бактериях нуждается в субъединицах 30S и факторах инициации (IF-1, IF-2, and IF-3). Структура сайта инициации у бактерий: последовательность Шайн-Дальгарно и AUG. Полистронные мРНК у бактерий и моностронные у эукариот. Формилметионин, IF2 и их функции. Роль 40S субъединицы в инициации транскрипции у эукариот. Факторы элонгации EF-Tu и eEF1a. Кирромицин. Пептидилтрансферазная функция большой субъединицы. Пурамицин. Стадия транслокации, EF-G и eEF2. Стадия терминации, ochg, amber, и opal кодоны. Факторы терминации (релизинг-факторы 1го и 2го классов), их функции. Роль UTR (нетранслируемых последовательностей) в регуляции трансляции. Сопряженность транскрипции и трансляции у бактерий. Полирибосомы. Локализация рибосом в клетке. Свободные и мембраносвязанные рибосомы. Рибосомы митохондрий и хлоропластов. Регуляция трансляции. Антибиотики, как ингибиторы транскрипции и трансляции. Применение антибиотиков в молекулярной биологии

№ п /п	Шифр компетенции	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
3	ОПК-5.ИД1, УК-1.ИД1	Тема 3. Структурная организация белка в клетке.	Роль белковых молекул в функционировании живых организмов. Первичная структура белков. Аминокислотные остатки – мономеры белковых цепей. Аминокислоты, входящие в состав белков, их строение. Редкие аминокислоты, входящие в состав белков. Пептидная связь. Полипептидная цепь. Структура и кислотно-основные свойства пептидов. Природные пептиды. Уровни организации белковой молекулы. Первичная структура как уровень организации белка. Доказательство индивидуальности белка. Количественное определение аминокислотного состава белков. Определение первичной структуры пептидов. Вторичная структура белка. Структурные особенности пептидной связи, определяющие формирование регулярной вторичной структуры. Стерические ограничения и вторичная структура пептидной связи. Роль водородных связей в формировании регулярной вторичной структуры. Виды регулярной вторичной структуры. Спиральные и бета-структурные участки в глобулярных белках. Соотношение между первичной и вторичной структурами. Экспериментальные методы изучения вторичной структуры белков. Третичная структура белков. Стабильность пространственной структуры белка. Компактность формы. Наличие гидрофобных ядер и полярной оболочки. Присутствие гидрофобных аминокислот в оболочке, их функциональное значение. Природа сил, стабилизирующих трехмерную структуру белка. Методы исследования пространственной структуры белка. Доменная структура белков. Образование третичной структуры белка из элементов вторичной структуры. Топология полипептидных цепей в белках и классификация пространственных структур. Соотношение между пространственной структурой белка и аминокислотной последовательностью. Схематическое представление пространственной структуры белка. Трехмерная структура некоторых белковых модулей (доменов). Особенности структуры мембранных белков. Фибриллярные белковые структуры. Четвертичная структура белка. Геометрия четвертичной структуры белка. Гомомерные и гетеромерные белки. Формирование множественных форм гетеромерных белков. Взаимодействия между субъединицами, стабилизирующие четвертичную структуру. Структурная организация контактов между субъединицами. Способы исследования четвертичной структуры белка. Функциональное значение четвертичной структуры белка. Взаимодействия ДНК-белок, белок-белок. Методы анализа белковой структуры и взаимодействия ДНК-белок, белок-белок. Рекомбинантные белки. Методы получения рекомбинантных белков. Применение рекомбинантных белков.

№ п /п	Шифр компетенции	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
4	ОПК-5.ИД1, УК-1.ИД1	Тема 4. Посттрансляционные модификации белков. Фолдинг белков в клетке. Шапероны	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. О-гликозилирование. Сплайсинг белков. Ограниченный протеолиз. Липопротеины. Обратимые посттрансляционные модификации: примеры, функциональное значение. Регуляция экспрессии генов с помощью обратимых посттрансляционных модификаций белков. Пространственное сворачивание или фолдинг белков. Денатурация белков. Разрушение нативной конформации белков. Ренатурация белка in vitro . оль первичной структуры в пространственной сборке белка. Опыты Кристиана Анфинсена по восстановлению активности рибонуклеазы А. Этапы пространственной сборки белка in vitro. Интермедиат («расплавленная глобула»). Ферменты, облегчающие свертывание полипептидных цепей в компактную структуру (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.
5	ОПК-5.ИД1, УК-1.ИД1	Тема 5. Транспорт белков в клетке. Везикулярный транспорт белков в клетке	Транспорт белков в различные компартменты эукариотической клетки. Методические подходы для изучения транспорта белков в различные компартменты клетки. Сигнальная гипотеза транспорта белков в клетке. Способы транспортировки белков между компартментами в клетке: трансмембранный, канальный, везикулярный транспорт. Транспорт белков в эндоплазматический ретикулум (ЭР). Транспорт белков в митохондрии и хлоропласты. Транспорт белков между ядром и цитозолем. Везикулярный транспорт. Секреторный путь синтеза и сортировки белков. Методы изучения секреторного транспорта. Транспорт белков из ЭР в аппарат Гольджи. Везикулярно-тубулярные кластеры (VTC). Модели транспорта через аппарат Гольджи. Возвращение резидентных белков ЭР. Сигналы сортировки, направляющие секреторируемые и мембранные белки в специфические транспортные везикулы. Транспорт гидролаз в лизосомы. Распознавание лизосомных гидролаз и формирование транспортного сигнала. Пути секреции в клетках. Пути сортировки мембранных белков в поляризованных клетках. Молекулярные механизмы везикулярного транспорта. Механизмы контроля транспорта белков в эукариотических клетках.
6	ОПК-5.ИД1, УК-1.ИД1	Тема 6. Контроль качества белков в клетке. Механизмы деградации белков в клетке	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 убиквидин-конъюгирующего комплекса. Протеасомы. Структура 26S-протеасомы. Болезни, вызываемые неправильно собранными белками.

3.2. Перечень разделов, тем дисциплины для самостоятельного изучения обучающимися

Разделы и темы дисциплины для самостоятельного изучения обучающимися в программе не предусмотрены.

4. Тематический план контактной работы обучающихся с преподавателем при проведении занятий

№ п/п	Виды учебных занятий*	Период обучения (семестр). Порядковые номера и наименования разделов (при наличии), тем, учебных занятий	Количество часов контактной работы	Виды текущего контроля успеваемости**	Формы проведения текущего контроля успеваемости***				
					КП	ОУ	ОП	ОК	ЛР
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6 семестр									
Раздел 1. Введение в предмет. Задачи и основные этапы развития молекулярной биологии и генетики. Современное состояние науки									
Тема 1. История развития генетики и молекулярной биологии. Основные законы генетики. Взаимосвязь генетики и молекулярной биологии									
1	ЛЗ	Задачи и основные этапы развития молекулярной биологии	2	Д	1	1			
2	ЛПЗ	Гены и геномы	2	Д	1	1			
Раздел 2. Структура, свойства и функции нуклеиновых кислот									
Тема 1. От нуклеотидов к геномам: структура и функции нуклеиновых кислот									
3	ЛЗ	От нуклеотидов к геномам: структура и функции нуклеиновых кислот	2	Д	1	1			
4	ЛПЗ	Пространственная организация ДНК. Хатимодзи-ДНК	2	Д	1	1			
Тема 2. Репликация ДНК									
5	ЛЗ	Репликация ДНК	2	Д	1	1			
6	ЛПЗ	Методы выделения, очистки и характеристики НК	2	Т	1	1	1		
7	ЛПЗ	Полимеразная цепная реакция (теория)	2	Т	1	1	1		
8	ЛПЗ	Подбор праймеров для ПЦР	2	Т	1	1	1		1
9	ЛПЗ	Полимеразная цепная реакция	2	Т	1	1	1		1
10	ЛПЗ	Электрофорез ДНК в агарозном геле	2	Т	1	1	1		1
Тема 3. Репарация ДНК.									
11	ЛЗ	Репарация ДНК.	2	Д	1	1	1		1
12	ЛПЗ	Выделение ДНК на колонках	2	Т	1	1	1		1
Тема 4. Генетическая рекомбинация									
13	ЛЗ	Генетическая рекомбинация	2	Д	1	1	1		1
14	ЛПЗ	Специализированные системы рекомбинации. Мобильные элементы	2	Д	1	1	1		1
Тема 5. Механизмы регуляции поведения клеток. Клеточный цикл.									
15	ЛЗ	Механизмы регуляции поведения клеток. Клеточный цикл.	2	Д	1	1	1		1
16	К	Коллоквиум	2	Р	1	1	1	1	1
Раздел 3. Основы регуляции экспрессии генов									
Тема 1. Транскрипция у прокариот. Транскрипция у эукариот									
17	ЛЗ	Транскрипция у прокариот. Транскрипция у эукариот	2	Д	1	1	1	1	1
Тема 2. Регуляция экспрессии генов									
18	ЛЗ	Регуляция экспрессии генов	2	Д	1	1	1	1	1
Тема 3. Процессинг первичных транскриптов									
19	ЛЗ	Процессинг первичных транскриптов	2	Д	1	1	1	1	1
Тема 4. Некодирующие РНК									
20	ЛЗ	Некодирующие РНК	2	Д	1	1	1	1	1
21	К	Коллоквиум	2	Р	1	1	1	1	1
Раздел 4. Механизмы трансляции. Структура и биогенез белков									
Тема 1. Генетический код. Дорибосомный этап биосинтеза белков									
22	ЛЗ	Генетический код. Дорибосомный этап биосинтеза белков	2	Д	1	1	1	1	1
Тема 2. Рибосома. Биосинтез белков									
23	ЛЗ	Рибосома. Биосинтез белков	2	Д	1	1	1	1	1

№ п /п	Виды учебных занятий*	Период обучения (семестр). Порядковые номера и наименования разделов (при наличии), тем, учебных занятий	Количество часов контактной работы	Виды текущего контроля успеваемости**	Формы проведения текущего контроля успеваемости***				
					КП	ОУ	ОП	ОК	ЛР
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
24	ЛПЗ	Генетический код. Решение задач. Регуляция трансляции	2	Д	1	1	1	1	1
Тема 3. Структурная организация белка в клетке.									
25	ЛЗ	Структурная организация белка в клетке.	2	Д	1	1	1	1	1
26	ЛПЗ	Взаимодействия ДНК-белок, белок-белок. Методы изучения	2	Д	1	1	1	1	1
Тема 4. Посттрансляционные модификации белков. Фолдинг белков в клетке. Шапероны									
27	ЛЗ	Посттрансляционные модификации белков. Фолдинг белков в клетке. Шапероны	2	Д	1	1	1	1	1
28	ЛПЗ	Регуляция экспрессии генов с помощью обратимых посттрансляционных модификаций	2	Т	1	1	1	1	1
Тема 5. Транспорт белков в клетке. Везикулярный транспорт белков в клетке									
29	ЛПЗ	Механизмы контроля транспорта белков в эукариотических клетках	2	Д	1	1	1	1	1
30	ЛЗ	Транспорт белков в клетке. Везикулярный транспорт белков в клетке	2	Д	1	1	1	1	1
Тема 6. Контроль качества белков в клетке. Механизмы деградации белков в клетке									
31	ЛЗ	Контроль качества белков в клетке. Механизмы деградации белков в клетке	2	Д	1	1	1	1	1
32	К	Коллоквиум	2	Р	1	1	1	1	1
33	Э	Экзамен	9	ПА	1	1			
		Всего в семестре	73		32	32	27	17	25
		Всего по дисциплине	73		32	32	27	17	25

(*, **, *** смотри условные обозначения)

Условные обозначения

Виды учебных занятий*

Виды учебных занятий	Сокращённое наименование	
Лекционное занятие	Лекция	ЛЗ
Лабораторно-практическое занятие	Лабораторно-практическое	ЛПЗ
Коллоквиум	Коллоквиум	К

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 по теме занятия
Текущий рубежный контроль	Рубежный	Р	Оценка усвоения обучающимся знаний, умений и опыта практической деятельности по теме (разделу, модулю) дисциплины

Формы проведения текущего контроля успеваемости обучающихся ***

№	Формы проведения текущего контроля успеваемости обучающихся (ФПТКУ)	Техническое и сокращённое наименование		Возможность проведения текущего контроля успеваемости по видам контроля		
				Д	Т	Р
1	Контроль присутствия	Присутствие	КП	+		
2	Опрос устный	Опрос устный	ОУ			
3	Опрос письменный	Опрос письменный	ОП		+	
4	Опрос комбинированный	Опрос комбинированный	ОК			+
5	Проверка лабораторной работы	Лабораторная работа	ЛР		+	

5. Промежуточная аттестация обучающихся по дисциплине
Оценочные средства промежуточной аттестации

5.1. Формы промежуточной аттестации

Семестр	Форма промежуточной аттестации****	Форма проведения промежуточной аттестации
1	2	3
6 семестр	Экзамен	Контроль присутствия, Опрос устный

Условные обозначения ****

Формы промежуточной аттестации	Сокращённое наименование
Экзамен	Экзамен Э

6. Структура рейтинга по дисциплине

6.1. Обучающийся имеет право пройти промежуточную аттестацию по дисциплине или её части на основании рейтинга успеваемости обучающегося и результатов прохождения текущего рубежного контроля по дисциплине в соответствующем семестре.

6.2. Критерии, показатели проведения текущего контроля успеваемости с использованием балльно-рейтинговой системы (по семестрам и формам промежуточной аттестации)

Рейтинг по дисциплине рассчитывается по результатам текущей успеваемости обучающегося. Тип контроля по всем формам контроля дифференцированный, выставляются оценки по шкале: "неудовлетворительно", "удовлетворительно", "хорошо", "отлично". Исходя из соотношения и количества контролей, рассчитываются рейтинговые баллы, соответствующие системе дифференцированного контроля.

6 семестр

Виды занятий		Формы проведения текущего контроля успеваемости		Кол-во контролей	Макс. кол-во баллов	Соответствие оценок рейтинговым баллам				
						ТК	ВТК	Отл.	Хор.	Удовл.
Лабораторно-практическое занятие	ЛПЗ	Опрос письменный	ОП	3	129	В	Т	43	29	15
		Проверка лабораторной работы	ЛР	4	172	В	Т	43	29	15
Коллоквиум	К	Опрос комбинированный	ОК	3	702	В	Р	234	156	78
Сумма баллов по дисциплине за семестр					1003					

Критерии выставления оценок при прохождении промежуточной аттестации в форме экзамена (на основании рейтинга успеваемости обучающегося и результатов прохождения текущего рубежного контроля по дисциплине (модулю) или её части)

6 семестр

Шкала оценивания	Критерии выставления оценки
«отлично»	Рейтинговый балл не менее 90 % (не менее 900 баллов) и Получение оценки не ниже «удовлетворительно» за прохождение каждого текущего рубежного контроля в семестре
«хорошо»	Рейтинговый балл не менее 75 % (не менее 750 баллов) и Получение оценки не ниже «удовлетворительно» за прохождение каждого текущего рубежного контроля в семестре
«удовлетворительно»	Рейтинговый балл не менее 60 % (не менее 600 баллов) и Получение оценки не ниже «удовлетворительно» за прохождение каждого текущего рубежного контроля в семестре
«неудовлетворительно»	Рейтинговый балл менее 60 % (менее 600 баллов) и/или Получение оценки ниже «удовлетворительно» за прохождение хотя бы одного текущего рубежного контроля в семестре или не прохождение рубежного контроля

7. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

6 семестр

Перечень вопросов для подготовки к промежуточной аттестации в форме экзамена

1. Генетический код.
2. Вторичная и третичная структура тРНК. тРНК – адаптор белкового синтеза. Гипотеза нестрогого соответствия Ф.Крика.
3. Дорибосомный этап белкового синтеза. Аминоацил-тРНК-синтетазы: специфичность, разнообразие, субъединичная структура.
4. Строение и функции рибосомы. Рибозимы.
5. Элементарный элонгационный цикл рибосомы. Взаимная подвижность рибосомных субчастиц при элонгации.
6. Инициация трансляции. Инициаторы трансляции и способ распознавания первого кодона мРНК у прокариот и эукариот. Роль UTR в регуляции трансляции.
7. Терминация трансляции. Основные стратегии регуляции биосинтеза белка.
8. Механизмы контроля качества мРНК у про- и эукариот.
9. Структура белков. Определение первичной структуры пептидов.
10. Посттрансляционные и котрансляционные модификации белков.
11. Пространственная сборка белков. Роль первичной структуры. Ферменты фолдинга.
12. Участие молекулярных шаперонов в сборке белков. Общая характеристика, функциональное значение.
13. Сигнальная гипотеза транспорта белков в клетке. Трансмембранный транспорт белков.
14. Транспорт белков между ядром и цитозолем.
15. Секреторный путь синтеза и сортировки белков.
16. Механизмы везикулярного транспорта.
17. Контроль качества белков в клетке. Ответ клетки на увеличение количества неправильно собранных белков.
18. Механизмы деградации белков в клетке. Убиквитин-зависимая система протеолиза белков в клетке. Болезни, вызываемые неправильно собранными белками.

Образец билета для проведения экзамена

--

ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)

Кафедра молекулярной биологии и медицинской биотехнологии МБФ

Билет № _____

для проведения экзамена по дисциплине «Основы молекулярной биологии» по
программе бакалавриата по направлению подготовки 06.03.01 Биология
направленность (профиль) Биомедицина

Институт биомедицины (МБФ)

Кафедра молекулярной биологии и медицинской биотехнологии

Экзаменационный билет № 1

*для проведения экзамена по дисциплине «Основы молекулярной биологии» по
специальности «Биология»*

- Репликация ДНК: основные принципы, этапы и участвующие молекулы.
Репликация концов эукариотических хромосом. Теломераза.
- Механизмы контроля трансляции у прокариот. Примеры.
- Проверка реферата

Кафедра молекулярной биологии и медицинской
биотехнологии МБФ

Заведующий кафедрой
Прохорчук Егор Борисович
Доктор биологических наук,
Член-корреспондент
Российской академии наук

8. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины

Методические указания для подготовки к занятиям лекционного типа

- внимательно прочитать материал предыдущей лекции;
- ознакомиться с учебным материалом по учебнику, учебным пособиям, а также электронным образовательным ресурсам с темой прочитанной лекции;
- внести дополнения к полученным ранее знаниям по теме лекции на полях лекционной тетради;
- записать возможные вопросы, которые следует задать преподавателю по материалу изученной лекции.

Методические указания для подготовки к занятиям семинарского типа

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

Методические указания для подготовки к занятиям лабораторно-практического типа

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

Методические указания для подготовки к коллоквиуму (текущий рубежный контроль)

- изучить учебный материал по всем темам и разделам дисциплины в семестре, включенным в данный контроль.

Методические указания для подготовки и защиты 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 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 10 источников.

Методические указания для подготовки к экзамену

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

Методические указания для самостоятельной работы студентов (СРС)

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

Перечень тем рефератов

6 семестр

1. Расширенный генетический алфавит.
2. Проект «Энциклопедия элементов ДНК (The Encyclopedia of DNA Elements, ENCODE) ». Успехи, проблемы и перспективы.
3. Исключения из правила двунаправленного роста двух дочерних цепей ДНК от одной точки ori при репликации. Примеры в живом мире.
4. Эукариотические ДНК-полимеразы.
5. Репликация концов эукариотических хромосом. Роль теломер при различных патологиях.
6. Мобильные генетические элементы. Применение в биотехнологии
7. Дополнительные регуляторные факторы РНК-полимеразы II эукариот. Регуляторные элементы.
8. Малые ядерные РНП эукариот и их роль в сплайсинге.
9. РНК-переключатели (riboswitches).
10. РНК-редактирование.
11. Ингибиторы транскрипции и трансляции. Антибиотики.
12. Синтез белка в митохондриях.
13. Эксперименты, выявившие основные механизмы транспорта белков в митохондрии и хлоропласты.
14. Эксперименты, выявившие основные механизмы транспорта белков между ядром и цитоплазмой.
15. Химерные белки, способы создания и применение.
16. Экзосомы и их роль в деградации РНК в норме и патологии.

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

9.1. Перечень литературы по дисциплине:

№ п/п	Наименование, автор, год и место издания	Рекомендуется при изучении разделов дисциплины	Количество экземпляров в библиотеке	Электронный адрес ресурса
1	2	3	4	5
1	ПЦР в реальном времени, Ребриков Д. В., 2024 - 2025	Структура, свойства и функции нуклеиновых кислот Основы регуляции экспрессии генов	0	https://rsmu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=94bn.pdf&show=dcatalogues/1/5061/94bn.pdf&view=true
2	Основы молекулярной биологии клетки, Альбертс Б., 2024 - 2025	Механизмы трансляции. Структура и биогенез белков Структура, свойства и функции нуклеиновых кислот Основы регуляции экспрессии генов Введение в предмет. Задачи и основные этапы развития молекулярной биологии и генетики. Современное состояние науки	55	
3	Гены по Льюину, Кребс Дж., Голдштейн Э., 2024 - 2025	Механизмы трансляции. Структура и биогенез белков Структура, свойства и функции нуклеиновых кислот Основы регуляции экспрессии генов Введение в предмет. Задачи и основные этапы развития молекулярной биологии и генетики. Современное состояние науки	0	https://rsmu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=109bn.pdf&show=dcatalogues/1/5080/109bn.pdf&view=true
4	Молекулярная биология клетки: руководство для врачей, Фаллер Д. М., Шилдс Д., 2024 - 2025	Механизмы трансляции. Структура и биогенез белков	25	
5	Молекулярная биология: Рибосомы и биосинтез белка, Спирин А. С., 2024 - 2025	Механизмы трансляции. Структура и биогенез белков	0	
6	Молекулярная биология: [учебник для высшего профессионального образования], Коничев А. С., Севастьянова Г. А., 2024 - 2025	Механизмы трансляции. Структура и биогенез белков Структура, свойства и функции нуклеиновых кислот Основы регуляции экспрессии генов	70	
7	Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии: [учебное пособие], Уилсон К., 2024 - 2025	Механизмы трансляции. Структура и биогенез белков Структура, свойства и функции нуклеиновых кислот Основы регуляции экспрессии генов	0	https://rsmu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=92bn.pdf&show=dcatalogues/1/5059/92bn.pdf&view=true

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

1. Издательский дом "ГЭОТАР-медиа" <https://www.geotar.ru/>
2. <http://www.biochem.ucl.ac.uk/bsm/cath> - Class, Architecture, Topology, Homology
3. 6. <http://www.biblioclub.ru> (электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» РНИМУ им. Пирогова)
4. <https://www.rcsb.org/>
5. Федеральная электронная медицинская библиотека <https://femb.ru/>
6. Полнотекстовая коллекция ведущих журналов по биомедицинским исследованиям «Pub Med» <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>
7. Wiley Online Library <https://onlinelibrary.wiley.com/>
8. <http://www.embl.org/> - European Molecular Biology Laboratory
9. <http://www.rcsb.org/pdb/home/home.do>
10. Реферативная и аналитическая база научных публикаций и цитирования издательства Elsevier «Scopus» <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic&zone=header&origin=#basic>

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

1. MS Windows в редакциях: 7 Pro, 10 Pro, 11 Pro (x86, x64) – лицензия бессрочно
2. MS Office в редакциях: «Standard», «Professional Plus» (2013, 2016, 2019, 2021(x86, x64)) – лицензия бессрочно
3. MS Visio в редакциях: «Professional» (2013, 2016, 2019, 2021(x86, x64)) – лицензия бессрочно
4. Astra Linux Special Edition, вариант лицензирования «Орел», РУСБ.10015-10 – лицензия бессрочно
5. Adobe Acrobat Reader – свободно распространяемое ПО
6. Гарант (справочная правовая система) – лицензия до 31.07.2027
7. FastStone Image Viewer – свободно распространяемое ПО
8. Яндекс Браузер для организаций – свободно распространяемое ПО
9. Платформа «1С:Предприятие 8», конфигурации «1С:Документооборот государственного учреждения», «1С:Университет ПРОФ», «1С:Медицина» – лицензия бессрочно
10. Единая цифровая образовательная среда РНИМУ им. Н.И. Пирогова – собственная разработка РНИМУ
11. МТС Линк платформа для проведения вебинаров – лицензия до 04.07.2027 г.
12. Антивирус Kaspersky endpoint Security – лицензия до 19.09.2027 г.
13. Архиватор 7-Zip – свободно распространяемое ПО
14. Платформа «Kinescore» - лицензия до 11.03.2027 г.
15. Система управления обучением (LMS) – лицензия бессрочная
16. Ubuntu – свободно распространяемое ПО (ОС с открытым исходным кодом)
17. Debian – свободно распространяемое ПО (ОС с открытым исходным кодом)
18. Statistica
19. Mozilla Firefox, Mozilla Public License, [www. Mozilla.org/MPL/2.0](http://www.Mozilla.org/MPL/2.0), (32 шт.), срок действия лицензии: бессрочно
20. Adobe Reader, get/adobe.com/ru/reader/otherversions, (32 шт.), срок действия лицензии: бессрочно
21. Windows 8.1 Enterprise Windows 8.1 Professional, дог. № 65162986 от 08.05.2015, (32 шт.), АО «СофтЛайн Трейд», срок действия лицензии: бессрочно
22. MS Office (Excel)
23. Автоматизированная образовательная среда университета
24. Google Chrom, www.google.ru/intl/ru/chrom/browser/privacy/eula_text.html, (32 шт.), срок действия лицензии: бессрочно
25. Adobe Acrobat

9.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде университета из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), как на территории Университета, так и вне ее.

Электронная информационно-образовательная среда университета обеспечивает:

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

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

Университет располагает следующими видами помещений и оборудования для материально-технического обеспечения образовательной деятельности для реализации образовательной программы дисциплины:

№ п /п	Наименование оборудованных учебных аудиторий	Перечень специализированной мебели, технических средств обучения
1	Аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оборудованная мультимедийными и иными средствами обучения	Столы , Стулья , Доска маркерная , Проектор мультимедийный , Компьютерная техника с возможностью подключения к сети “Интернет” , Экран для проектора
2	Аудитория для проведения занятий семинарского типа (практических занятий), лабораторных практикумов, лабораторных работ, демонстрационных экспериментов групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оборудованная мультимедийными и иными средствами обучения	Проектор мультимедийный , Компьютерная техника с возможностью подключения к сети “Интернет” , Весы лабораторные , Спектрофотометр , Оборудование для электрофореза , Лабораторная посуда , Экран для проектора , Амплификатор , Очки защитные лабораторные , Термостат , Центрифуга лабораторная , Холодильник , Реактивы ХЧ и ЧДА , Дозатор лабораторный , Транслюминатор , Микроцентрифуга , Электрооборудование для лабораторного практикума , Установки для лабораторного практикума , Шейкер
3	Помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации	Учебная мебель (столы, стулья), компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду
4	Учебная аудитория для проведения промежуточной аттестации	Учебная мебель (столы и стулья для обучающихся), стол, стул преподавателя, персональный компьютер; набор демонстрационного оборудования (проектор, экран, колонки)

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 обеспечены печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.