

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.28 Молекулярная биология

для образовательной программы высшего образования - программы Специалитета

по направлению подготовки (специальности)

06.05.02 Фундаментальная и прикладная биология

направленность (профиль)

Биомедицина

Настоящая рабочая программа дисциплины Б.1.О.28 Молекулярная биология (далее – рабочая программа дисциплины) является частью программы Специалитета по направлению подготовки (специальности) 06.05.02 Фундаментальная и прикладная биология. Направленность (профиль) образовательной программы: Биомедицина.

Форма обучения: очная

Составители:

№	Фамилия, Имя, Отчество	Учёная степень, звание	Должность	Место работы	Подпись

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры (протокол № _____ от «___» _____ 20__).

Рабочая программа дисциплины рекомендована к утверждению рецензентами:

№	Фамилия, Имя, Отчество	Учёная степень, звание	Должность	Место работы	Подпись

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена советом института Институт биомедицины (МБФ) (протокол № _____ от «___» _____ 20__).

Нормативно-правовые основы разработки и реализации рабочей программы дисциплины:

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования – специалитет по специальности 06.05.02 Биомедицина, утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от «27» июля 2021 г. № 675 рук;
2. Общая характеристика образовательной программы;
3. Учебный план образовательной программы;
4. Устав и локальные акты Университета.

© 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.

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

1.1.2. Задачи, решаемые в ходе освоения программы дисциплины:

- Ознакомление студентов с основными технологиями структурного и функционального анализа биополимеров, включая компьютерные программы и алгоритмы исследования нуклеотидных и белковых последовательностей
- Обучение студентов важнейшим методам молекулярной биологии и генной инженерии, позволяющим проводить основные этапы молекулярной диагностики
- 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 «Молекулярная биология» изучается в 6, 7 семестре (ах) и относится к обязательной части блока Б.1 дисциплины. Является обязательной дисциплиной.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 9.0 з.е.

Для успешного освоения настоящей дисциплины обучающиеся должны освоить следующие дисциплины: Иностранный язык; Биохимия; Общая и неорганическая химия; Органическая химия; Ознакомительная практика (Биологическая).

Знания, умения и опыт практической деятельности, приобретенные при освоении настоящей дисциплины, необходимы для успешного освоения дисциплин: Персонализированная медицина; Молекулярные основы поиска новых лекарственных средств; Методы исследования в современной имmunологии; Клиническая лабораторная диагностика.

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

1.3. Планируемые результаты освоения дисциплины

Семестр 6

Код и наименование компетенции	
Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)
ОПК-1 Способен применять знания разнообразия живых объектов различных уровней организации и умение работать с ними в полевых и лабораторных условиях для решения инновационных задач в сфере инновационной деятельности с привлечением при необходимости методов структурной биологии, биоинформатики, математического и молекулярного моделирования	<p>Знать: базовые основы молекулярной биологии, основные факты, концепции, принципы и теории, связанные с молекулярными процессами, происходящими в клетке</p> <p>Уметь: пользоваться научной литературой, обобщать и систематизировать научную информацию, производить поиск необходимых сведений с помощью специализированных баз данных</p> <p>Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): аннотировать нуклеотидную или аминокислотную последовательность по фрагменту; подготовить доклад по опубликованной научной статье; сформулировать основные цели и задачи исследования, доложить о методах, использованных в работе</p>
ОПК-1.ИД1 Применяет знания разнообразия живых объектов различных уровней организации в своей профессиональной деятельности	<p>Знать: основные понятия и принципы молекулярной биологии</p> <p>Уметь: воспроизводить основные молекулярно-биологические методы исследования для решения задач медико-биологических исследований</p> <p>Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): применения методических навыков для изучения природы и механизмов молекулярно-биологических процессов</p>
ОПК-1.ИД2 Умеет работать с биологическими объектами разных уровней организации в лабораторных и полевых условиях уровней организации в лабораторных и полевых условиях	<p>Знать: основные методы молекулярной биологии и биоинформационческого анализа</p>

методы структурной биологии, биоинформатики, математического и молекулярного моделирования	<p>Уметь: формулировать цели и задачи исследования, выбирать оптимальные пути и методы для их достижения в области молекулярной биологии</p> <p>Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): работы с оборудованием, используемым в исследованиях в области молекулярной биологии</p>
<p>ОПК-2 Способен планировать и проводить биологические эксперименты, используя современное оборудование, включая физико-химические методы структурной биологии, молекулярного моделирования, биоинформатики, другие информационные технологии и базы данных, соблюдать правила биоэтики, безопасности экспериментальной работы и требования информационной безопасности</p>	
ОПК-2.ИД1 Планирует и проводит биологические эксперименты, используя современное оборудование	<p>Знать: основные методы молекулярной биологии и биоинформационического анализа</p> <p>Уметь: формулировать цели и задачи исследования, выбирать оптимальные пути и методы для их достижения в области молекулярной биологии</p> <p>Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): работы с оборудованием, используемым в исследованиях в области молекулярной биологии</p>
ОПК-2.ИД3 Соблюдает в своей работе правила биоэтики, безопасности экспериментальной работы и требования информационной безопасности	<p>Знать: основы методологии научного познания, биоэтики требования информационной безопасности</p> <p>Уметь: используя междисциплинарные системные связи наук, самостоятельно выделять и решать основные мировоззренческие и методологические естественнонаучные и социальные проблемы с целью планирования устойчивого развития</p> <p>Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): работы с оборудованием, используемым в исследованиях в области молекулярной биологии</p>
<p>ОПК-3 Способен использовать знание современных теоретических и методических подходов точных и смежных наук для решения междисциплинарных задач в сфере профессиональной деятельности</p>	
ОПК-3.ИД1 Использует знание современных теоретических и методических подходов	<p>Знать: современные представления и подходы в молекулярной биологии, а также иметь представления о смежных дисциплинах и направлениях (молекулярная иммунология, современные методы диагностики генетических заболеваний)</p>

<p>точных наук для решения междисциплинарных задач в сфере профессиональной деятельности</p>	<p>Уметь: критически оценивать полученные данные/информацию, проводить сравнение с общемировым уровнем</p> <p>Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): работы с оборудованием, используемым в исследованиях в области молекулярной биологии</p>
--	--

ОПК-8 Способен развивать новые методы и представления в области постгеномных технологий, структурной и синтетической биологии, биоинженерии, молекулярного и математического моделирования, биоинформатики для решения фундаментальных и прикладных проблем биологии и биомедицины

<p>ОПК-8.ИД1 Участвует в развитии новых методов и представлений в области постгеномных технологий, структурной и синтетической биологии для решения фундаментальных и прикладных проблем биологии и биомедицины</p>	<p>Знать: Основные принципы создания гено-инженерных продуктов (рекомбинантных молекул ДНК и белков)</p> <p>Уметь: Выбирать адекватные генноинженерные и геномные технологии для решения фундаментальных и практических задач в области молекулярной биологии и молекулярной медицины</p> <p>Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): Навыками работы с нуклеиновыми кислотами; инструментами, используемыми для внесения направленных модификаций в ДНК, методами анализа генов и геномов</p>
---	--

ПК-2 Способен проводить научные исследования в области молекулярной и клеточной биологии, молекулярной медицины

<p>ПК-2.ИД1 Собирает и обрабатывает научную и научнотехническую информацию, в результате чего формулирует проверяемые гипотезы в области молекулярной и клеточной биологии, молекулярной медицины</p>	<p>Знать: Основные виды научной, научно-практической и аналитической информации в области молекулярной биологии и молекулярной медицины</p> <p>Уметь: Пользоваться базами данных PubMed и общенаучных интернет ресурсов</p> <p>Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): Составлять аналитические обзоры на основе данных из различных источников научной, научно-практической и аналитической информации в области молекулярной биологии. Формулировать выводы из массива современных знаний и гипотезы, объясняющие механизмы функционирования важнейших макромолекул</p>
<p>ПК-2.ИД2 Проводит исследования,</p>	<p>Знать: Основные направления научных исследований в молекулярной биологии и молекулярной медицине</p>

наблюдения, эксперименты, измерения для проверки гипотез в области молекулярной и клеточной биологии, молекулярной медицины.	<p>Уметь: Формулировать задачи исследований в области молекулярной биологии и молекулярной медицины</p> <p>Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): Навыками детального и поэтапного планирования исследования, документирования и анализа полученных результатов</p>
ПК-2.ИД3 Формулирует выводы по итогам исследований, наблюдений, экспериментов, измерений в области молекулярной и клеточной биологии, молекулярной медицины.	<p>Знать: Основы системного подхода для изучения молекулярно-биологических процессов, проходящих в клетке</p> <p>Уметь: Обобщать собственные экспериментальные результаты, формулировать новые идеи и выводы, генерировать гипотезы, объясняющие природу и механизмы молекулярно-биологических процессов</p> <p>Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): Владеть навыками изучения молекулярно-биологических процессов в клетке, опираясь на комплекс экспериментальных, естественнонаучных и статистических методов</p>

ПК-3 Способен планировать и реализовывать проведение научных исследований в области биомедицинских исследований

ПК-3.ИД1 Распределяет задачи в рамках исследовательского проекта формирует план научного эксперимента	<p>Знать: Основные принципы системного и междисциплинарного подходов в естественных науках и медицине</p> <p>Уметь: Разрабатывать стратегию решения проблемных ситуаций на основе собственных экспериментальных данных, а также данных из различных источников научной, научно-практической и аналитической информации в области эпигенетики, биологии и медицины</p> <p>Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): Содержательно аргументировать свои подходы к решению проблемных ситуаций на основе собственных экспериментальных данных, а также данных из различных источников научной, научно-практической и аналитической информации в области эпигенетики, биологии и медицины</p>
---	--

ПК-5 Способен разрабатывать и выполнять клинические лабораторные исследования с использованием новейших образцов технологического оборудования, технологических процессов и технологий.

ПК-5.ИД1 Проводит	
-------------------	--

работы по внедрению новых методов клинических лабораторных исследований и медицинских изделий.	<p>Знать: Основные принципы клеточной и генной терапии заболеваний</p> <p>Уметь: Принимать решение о выборе адекватных методов и технологий для клеточной и генной терапии заболеваний</p> <p>Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): Навыками внедрения новых методов и технологий для клеточной и генной терапии</p>
--	---

Семестр 7

Код и наименование компетенции	
Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)
	<p>ОПК-1 Способен применять знания разнообразия живых объектов различных уровней организации и умение работать с ними в полевых и лабораторных условиях для решения инновационных задач в сфере инновационной деятельности с привлечением при необходимости методов структурной биологии, биоинформатики, математического и молекулярного моделирования</p>
ОПК-1.ИД1 Применяет знания разнообразия живых объектов различных уровней организации в своей профессиональной деятельности	<p>Знать: базовые основы молекулярной биологии, основные факты, концепции, принципы и теории, связанные с молекулярными процессами, происходящими в клетке</p> <p>Уметь: пользоваться научной литературой, обобщать и систематизировать научную информацию, производить поиск необходимых сведений с помощью специализированных баз данных</p> <p>Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): аннотировать нуклеотидную или аминокислотную последовательность по фрагменту; подготовить доклад по опубликованной научной статье; сформулировать основные цели и задачи исследования, доложить о методах, использованных в работе</p>
ОПК-1.ИД2 Умеет работать с биологическими объектами разных уровней организации в	<p>Знать: основные понятия и принципы молекулярной биологии</p> <p>Уметь: воспроизводить основные молекулярно-биологические методы исследования для решения задач медико-биологических исследований</p>

лабораторных и полевых условиях уровней организации в лабораторных и полевых условиях	<p>Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): применения методических навыков для изучения природы и механизмов молекулярно-биологических процессов</p>
ОПК-1.ИД3 Использует при необходимости методы структурной биологии, биоинформатики, математического и молекулярного моделирования	<p>Знать: основные методы молекулярной биологии и биоинформационческого анализа</p> <p>Уметь: формулировать цели и задачи исследования, выбирать оптимальные пути и методы для их достижения в области молекулярной биологии</p> <p>Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): работы с оборудованием, используемым в исследованиях в области молекулярной биологии</p>
<p>ОПК-2 Способен планировать и проводить биологические эксперименты, используя современное оборудование, включая физико-химические методы структурной биологии, молекулярного моделирования, биоинформатики, другие информационные технологии и базы данных, соблюдать правила биоэтики, безопасности экспериментальной работы и требования информационной безопасности</p>	
ОПК-2.ИД1 Планирует и проводит биологические эксперименты, используя современное оборудование	<p>Знать: основные методы молекулярной биологии и биоинформационческого анализа</p> <p>Уметь: формулировать цели и задачи исследования, выбирать оптимальные пути и методы для их достижения в области молекулярной биологии</p> <p>Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): работы с оборудованием, используемым в исследованиях в области молекулярной биологии</p>
ОПК-2.ИД3 Соблюдает в своей работе правила биоэтики, безопасности экспериментальной работы и требования информационной безопасности	<p>Знать: основы методологии научного познания, биоэтики требования информационной безопасности</p> <p>Уметь: используя междисциплинарные системные связи наук, самостоятельно выделять и решать основные мировоззренческие и методологические естественнонаучные и социальные проблемы с целью планирования устойчивого развития</p> <p>Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): работы с оборудованием, используемым в исследованиях в области молекулярной биологии</p>

ОПК-3 Способен использовать знание современных теоретических и методических подходов точных и смежных наук для решения междисциплинарных задач в сфере профессиональной деятельности

ОПК-3.ИД1 Использует знание современных теоретических и методических подходов точных наук для решения междисциплинарных задач в сфере профессиональной деятельности	Знать: современные представления и подходы в молекулярной биологии, а также иметь представления о смежных дисциплинах и направлениях (молекулярная иммунология, современные методы диагностики генетических заболеваний)
	Уметь: критически оценивать полученные данные/информацию, проводить сравнение с общемировым уровнем
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): работы с оборудованием, используемым в исследованиях в области молекулярной биологии

ОПК-8 Способен развивать новые методы и представления в области постгеномных технологий, структурной и синтетической биологии, биоинженерии, молекулярного и математического моделирования, биоинформатики для решения фундаментальных и прикладных проблем биологии и биомедицины

ОПК-8.ИД1 Участвует в развитии новых методов и представлений в области постгеномных технологий, структурной и синтетической биологии для решения фундаментальных и прикладных проблем биологии и биомедицины	Знать: Основные принципы создания гено-инженерных продуктов (рекомбинантных молекул ДНК и белков)
	Уметь: Выбирать адекватные генноинженерные и геномные технологии для решения фундаментальных и практических задач в области молекулярной биологии и молекулярной медицины
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): Навыками работы с нуклеиновыми кислотами; инструментами, используемыми для внесения направленных модификаций в ДНК, методами анализа генов и геномов

ПК-2 Способен проводить научные исследования в области молекулярной и клеточной биологии, молекулярной медицины

ПК-2.ИД1 Собирает и обрабатывает научную и научнотехническую информацию, в результате чего формулирует проверяемые гипотезы в	Знать: Основные виды научной, научно-практической и аналитической информации в области молекулярной биологии и молекулярной медицины
	Уметь: Пользоваться базами данных PubMed и общенаучных интернет ресурсов
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): Составлять аналитические обзоры на основе данных из

	<p>области молекулярной и клеточной биологии, молекулярной медицины</p> <p>различных источников научной, научно-практической и аналитической информации в области молекулярной биологии. Формулировать выводы из массива современных знаний и гипотезы, объясняющие механизмы функционирования важнейших макромолекул</p>
<p>ПК-2.ИД2 Проводит исследования, наблюдения, эксперименты, измерения для проверки гипотез в области молекулярной и клеточной биологии, молекулярной медицины.</p>	<p>Знать: Основные направления научных исследований в молекулярной биологии и молекулярной медицине</p> <p>Уметь: Формулировать задачи исследований в области молекулярной биологии и молекулярной медицины</p> <p>Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): Навыками детального и поэтапного планирования исследования, документирования и анализа полученных результатов</p>
<p>ПК-2.ИД3 Формулирует выводы по итогам исследований, наблюдений, экспериментов, измерений в области молекулярной и клеточной биологии, молекулярной медицины.</p>	<p>Знать: Основы системного подхода для изучения молекулярно-биологических процессов, проходящих в клетке</p> <p>Уметь: Обобщать собственные экспериментальные результаты, формулировать новые идеи и выводы, генерировать гипотезы, объясняющие природу и механизмы молекулярно-биологических процессов</p> <p>Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): Владеть навыками изучения молекулярно-биологических процессов в клетке, опираясь на комплекс экспериментальных, естественнонаучных и статистических методов</p>
<p>ПК-3 Способен планировать и реализовывать проведение научных исследований в области биомедицинских исследований</p>	
<p>ПК-3.ИД1 Распределяет задачи в рамках исследовательского проекта формирует план научного эксперимента</p>	<p>Знать: Основные принципы системного и междисциплинарного подходов в естественных науках и медицине</p> <p>Уметь: Разрабатывать стратегию решения проблемных ситуаций на основе собственных экспериментальных данных, а также данных из различных источников научной, научно-практической и аналитической информации в области эпигенетики, биологии и медицины</p> <p>Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): Содержательно аргументировать свои подходы к решению проблемных ситуаций на основе собственных экспериментальных данных, а также данных из различных</p>

	источников научной, научно-практической и аналитической информации в области эпигенетики, биологии и медицины
ПК-5 Способен разрабатывать и выполнять клинические лабораторные исследования с использованием новейших образцов технологического оборудования, технологических процессов и технологий.	
ПК-5.ИД1 Проводит работы по внедрению новых методов клинических лабораторных исследований и медицинских изделий.	<p>Знать: Основные принципы клеточной и генной терапии заболеваний</p> <p>Уметь: Принимать решение о выборе адекватных методов и технологий для клеточной и генной терапии заболеваний</p> <p>Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): Навыками внедрения новых методов и технологий для клеточной и генной терапии</p>

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	7
Учебные занятия			
Контактная работа обучающихся с преподавателем в семестре (КР), в т.ч.:	149	73	76
Лекционное занятие (ЛЗ)	56	28	28
Лабораторно-практическое занятие (ЛПЗ)	72	33	39
Коллоквиум (К)	21	12	9
Самостоятельная работа обучающихся в семестре (СРО), в т. ч.:	104	52	52
Иные виды самостоятельной работы (в т.ч. выполнение практических заданий проектного, творческого и др. типов)	104	52	52
Промежуточная аттестация (КРПА), в т.ч.:	11	3	8
Экзамен (Э)	8	0	8
Зачет (З)	3	3	0
Подготовка к экзамену (СРПА)	24	0	24
Общая трудоемкость дисциплины (ОТД)	в часах: ОТД = КР+СРО+КРПА+СРПА	288	128
	в зачетных единицах: ОТД (в часах)/32	9.00	4.00
			5.00

3. Содержание дисциплины

3.1. Содержание разделов, тем дисциплины

6 семестр

№ п/п	Шифр компетенции	Наименование раздела (модуля), темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
Раздел 1. Нуклеиновые кислоты			
1	ОПК-1.ИД2, ОПК-1.ИД3, ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД1, ОПК-2.ИД3, ОПК-3.ИД1, ОПК-8.ИД1, ПК-2.ИД1, ПК-2.ИД2, ПК-2.ИД3, ПК-3.ИД1, ПК-5.ИД1	Тема 1. Введение в молекулярную биологию	<p>Молекулярная биология, ее характеристика как науки, занимающейся исследованием биополимеров, их компонентов и комплексов, структуры и функции генов и геномов. Задачи молекулярной биологии: познание основных закономерностей жизнедеятельности.</p> <p>Фундаментальное и прикладное значение молекулярной биологии в медицине. Задачи молекулярной биологии: познание основных закономерностей жизнедеятельности исходя из структуры макромолекул. Белки и нуклеиновые кислоты. Общее понятие об их функциях. ДНК как генетический материал. Природа генетической информации. Догма молекулярной биологии. Воспроизведение и сохранение ДНК в ряду поколений - репликация и репарация. Появление молекулярной биологии, как самостоятельного раздела биологии; становление, основные вехи за последние 70 лет. Крупномасштабные проекты.</p> <p>Исследование функций генов, их регуляция. Сравнительная геномика, эволюция генома. Ядерный геном и геном органелл.</p>
2	ОПК-1.ИД2, ОПК-1.ИД3, ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД1, ОПК-3.ИД1, ОПК-8.ИД1,	Тема 2. Структура нуклеиновых кислот (отличие ДНК и РНК)	<p>Первичная структура нуклеиновых кислот. Нуклеотиды –мономеры нуклеиновых кислот. Пуриновые и пиримидиновые основания; кето-енольная таутомерия. Сахарный компонент нуклеотида; С'2-эндо- и С'3-эндо-конфигурации пентоз. Нуклеозиды; N-</p>

ПК-2.ИД1, ПК-2.ИД2, ПК-2.ИД3, ПК-3.ИД1, ПК-5.ИД1	<p>гликозидная связь, син- и анти-конформации. Нуклеотиды – фосфорные эфиры нуклеозидов. Различные типы нуклеотидов: нуклеозид-5' (или 3')-монофосфаты; дифосфаты; трифосфаты. Макроэргические связи между альфа- и бета-фосфатами, между бета- и гамма-фосфатами. Нейтрализация отрицательно заряженных фосфатных групп ионами металлов. Межнуклеотидные 5'-3'-фосфодиэфирные связи. Полярность линейной связи. Строение полинуклеотидной цепи как неразветвленного полимера. Энзиматическая деградация нуклеиновых кислот.</p> <p>Экзонуклеазы и эндонуклеазы. ДНКазы и РНКазы. Макромолекулярная структура ДНК. Двойная спираль Уотсона – Крика. Принцип комплементарности и его биологическое значение. Реализация водородных связей и гидрофобных взаимодействий.</p> <p>Антипараллельные цепи с идентичным информационным содержанием. Регулярность структуры и кооперативность. Спирализация. Параметры спирали. Правоспиральные В- и А-формы ДНК; конформации углеводного остатка и нуклеозида в них. Левоспиральная Z- форма ДНК; перемежающиеся конформации углеводных остатков и нуклеозидов. Условия взаимопереходов между разными формами ДНК. Жесткость молекулы ДНК. Макромолекулярная структура РНК. Одноцепочечность РНК. Спирализация в РНК (вторичная структура). Внутрицепочечные комплементарные взаимодействия. 3'-эндо-конформация рибозы. А-форма спирали РНК. Длина и количество спиральных участков. Неканонические типы спаривания оснований. Петли, дефекты и внутренние петли шпилек РНК. Расчет вероятности шпилькообразования по</p>
--	---

			минимальной свободной энергии. Филогенетический анализ вторичной структуры РНК. Третичная структура одноцепочечных РНК. Взаимодействие между спиральными участками. Структурные домены в РНК. Рентгеноструктурный анализ тРНК. Максимальный стэкинг. Третичные взаимодействия. Стабилизация ионами двухвалентных металлов. Вторичная структура рибосомных РНК.
3	ОПК-1.ИД2, ОПК-1.ИД3, ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД1, ОПК-2.ИД3, ОПК-3.ИД1, ОПК-8.ИД1, ПК-2.ИД1, ПК-2.ИД2, ПК-2.ИД3, ПК-3.ИД1, ПК-5.ИД1	Тема 3. Методы секвенирования	Химическое секвенирование метод Максама-Гилберта. Энзиматическое секвенирование по Сенгеру. NGS (секвенирование нового поколения) пиросеквенирование, на платформе Illumina, нанопоровое секвенирование, pH-индуцированное секвенирование.

Раздел 2. Структура хроматина

1	ОПК-1.ИД2, ОПК-1.ИД3, ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД1, ОПК-2.ИД3, ОПК-3.ИД1, ОПК-8.ИД1, ПК-2.ИД1, ПК-2.ИД2, ПК-2.ИД3, ПК-3.ИД1, ПК-5.ИД1	Тема 1. Структура хроматина	Уровни организации хроматина. Понятие эу- и гетерохроматина. Структура нуклеосомы, гистоновые белки. Вариативные гистоны. Негистоновые белки. Доменно-петлевая структура. Архитектурные белки. 3-d геномика. Хромосомные территории. Ремоделинг хроматина.
---	--	-----------------------------	--

Раздел 3. Геномы

1	ОПК-1.ИД2, ОПК-1.ИД3,	Тема 1. Геномы	Особенности организации геномов: прокариот (оперонная структура), архей, эукариот
---	--------------------------	----------------	---

	ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД1, ОПК-2.ИД3, ОПК-3.ИД1, ОПК-8.ИД1, ПК-2.ИД1, ПК-2.ИД2, ПК-2.ИД3, ПК-3.ИД1, ПК-5.ИД1	(мобильные элементы, транспозоны), вирусные геномы (ДНК, РНК – содержащие). Сравнение геномов. Горизонтальный перенос генов. Подходы к аннотированию геномов: базы данных, программы.
2	ОПК-1.ИД2, ОПК-1.ИД3, ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД1, ОПК-2.ИД3, ПК-2.ИД2, ПК-2.ИД3, ПК-3.ИД1, ПК-5.ИД1	Тема 2. Метагеномы Метагеномика. Реконструирование микробиотической популяции с использованием маркерных генов. Крупные метагеномные проекты. Восстановление биохимических путей для малоизученных видов.

Раздел 4. Сохранение ДНК в ряду поколений и подходы к изучению ДНК

1	ОПК-1.ИД2, ОПК-1.ИД3, ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД1, ОПК-2.ИД3, ОПК-3.ИД1, ОПК-8.ИД1, ПК-2.ИД1, ПК-2.ИД2, ПК-2.ИД3, ПК-3.ИД1, ПК-5.ИД1	Тема 1. Репликация Репликация ДНК – основа размножения живых организмов, передачи наследственных свойств из поколения в поколение и развития многоклеточного организма из зиготы. Опыты Мезельсон-Сталь – доказательство полуконсервативного синтеза ДНК. Единица репликации – репликон. Единственный репликон бактерий и множество репликонов эукариот. Контроль репликации на уровне инициации. Размеры репликонов. Полуконсервативный механизм репликации. Точка начала репликации – участок связывания инициаторного белка. Ogi С E.coli. ARS дрожжей. Репликативная вилка. Одно- и двунаправленная репликация. Дихотомическая репликация у бактерий. Репликация кольцевых двунитевых ДНК по схеме Кэрнса по типу «катящегося кольца», «разматывающегося рулона» и «D-петли».
---	--	--

		<p>Принципы репликации ДНК. ДНК-полимеразы. Корректирующая 3'-5' экзонуклеазная активность ДНК-полимераз. Праймазы. Хеликазы. Дестабилизирующие белки. Участие топоизомераз. Прерывистый синтез ДНК. Ассиметрия репликационной вилки. Фрагменты Оказаки. ДНК-полимеразы E.coli – I (фермент Корнберга), II и III. Функции ДНК-полимераз в клетке E.coli. Детальная картина синтеза ДНК в репликативной вилке E.coli. Механизм обеспечения согласованного синтеза ведущей и отстающей цепи. Реплисома. Совместное действие ДНК-полимеразы I и РНКазы Н. ДНК-лигаза и механизмы ее действия. Инициация репликации у E.coli. Репликация ДНК у эукариот. Пять эукариотических ДНК-полимераз. Ядерные альфа, бета-, дельта- и эпсилон-ДНК-полимеразы. Митохондриальная гамма-ДНК-полимераза. Высокопроцессивные репликазы ведущей (бета, эпсилон) и запаздывающей цепи (альфа). Связывание ДНК-полимеразы дельта с ядерным антигеном пролиферирующих клеток (PCNA). Проблема репликации концов линейных ДНК хромосом (теломер). Построение теломер из коротких G-богатых повторов. Теломераза.</p>	
2	ОПК-1.ИД2, ОПК-1.ИД3, ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД1, ОПК-2.ИД3, ОПК-3.ИД1, ОПК-8.ИД1, ПК-2.ИД1, ПК-2.ИД2,	Тема 2. Полимеразная цепная реакция	Метод ПЦР, ПЦР в реальном времени (с использованием интеркалирующих флуорофоров, TaqMan проб, scorpion –проб), анализ дифференциальной экспрессии генов, различные варианты ПЦР для диагностики наследственных заболеваний, мутаций возникающих при онкологических заболеваниях

	ПК-2.ИД3, ПК-3.ИД1, ПК-5.ИД1		
3	ОПК-1.ИД2, ОПК-1.ИД3, ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД1, ОПК-2.ИД3, ОПК-3.ИД1, ОПК-8.ИД1, ПК-2.ИД1, ПК-2.ИД2, ПК-2.ИД3, ПК-3.ИД1, ПК-5.ИД1	Тема 3. Генная инженерия	<p>Основные понятия генной инженерии: клонирование, трансформация, вектор. Основные свойства векторов, используемых в генной инженерии. Векторы замещения. Инсерционные векторы. Структуры коммерческих векторов. Участок ori, селективные маркеры, полилинкер. Система модификации-рестрикции бактерий. Рестриктазы второго типа. Изоизомеры. Другие ферменты, используемые в генной инженерии: ДНК-лигазы, ДНК-полимеразы, полинуклеотидкиназа фага T4, фосфатазы. Способы встраивания чужеродной ДНК в вектор. Геномные клонотеки. Представительность клонотеки, минимальное число анализируемых клонов. Анализ нуклеиновых кислот с помощью электрофореза. Разрешающая способность геля. Агарозные и акриламидные гели. Методы визуализации нуклеиновых кислот в геле. Конформация молекул нуклеиновой кислоты при электрофорезе. Денатурирующий электрофорез. Капиллярный электрофорез. Импульс-электрофорез. Плавление ДНК. Температура плавления, интервал плавления. Гибридизация. Примеры «+» и «-»-гибридизации. Мембранные для иммобилизации нуклеиновых кислот. Получение ДНК- и РНК-зондов для гибридизации, Саузерн- и Нозерн-гибридизация. Использование изотопов и флюоресцентных красителей. Создание геномных клонотек, покрывающих геном. Скрининг геномных клонотек.</p>
4	ОПК-1.ИД2, ОПК-1.ИД3, ОПК-1.ИД1,	Тема 4. Рекомбинация	<p>Обеспечение генетической изменчивости. Типы рекомбинации. Гомологичные молекулы ДНК. Гомологичная, или общая рекомбинация</p>

ОПК-2.ИД1,
ОПК-2.ИД3,
ОПК-3.ИД1,
ОПК-8.ИД1,
ПК-2.ИД1,
ПК-2.ИД2,
ПК-2.ИД3,
ПК-3.ИД1,
ПК-5.ИД1

(кроссинговер). Эктопическая рекомбинация между гомологичными участками одного генома как частный случай гомологичной рекомбинации. Возникновение делеций, инверсий и дупликаций. Общая модель кроссинговера (модель Холидея). Резолвазы и белки, осуществляющие миграцию ветвления. Конверсия гена – коррекция гетеродуплекса по типу эксцизионной репарации. Общая рекомбинация у *E.coli*. Генетический контроль и молекулярный механизм. Функция главного рекомбинационного белка Rec A (продукт гена rec A). Основной путь рекомбинации у *E. coli*. Роль гомологичной рекомбинации. Мейотическая рекомбинация в профазе первого деления. Синаптонемный комплекс. Биологическое значение гомологичной рекомбинации. Рекомбинационная репарация. Вклад в генетическую изменчивость путем перекомбинации генов. Перестройки хромосом (в первую очередь дупликации) за счет эктопической рекомбинации. Возникновение новых генов за счет дивергенции. Мультигенные семейства. Онтогенетические перестройки генетического материала, участвующие в регуляции работы генов. Специализированные системы гомологичной рекомбинации. Сайт-специфическая рекомбинация. Участие сайт-специфичных изомераз типа I. Единственный случай сайт-специфической рекомбинации у многоклеточных животных –перестройки в иммуноглобулиновых ДНК у позвоночных, приводящие к перестройкам в ДНК. Другие типы рекомбинации без гомологии. Транспозиции: перемещение подвижных генетических элементов, содержащих гены транспозазы, в ДНК-мишени. Незаконная рекомбинация: соединение разорванных

			концов негомологичных молекул ДНК. Структурная организация некоторых подвижных элементов: IS-элементы и транспозоны, ретротранспозоны. Их повсеместная распространность среди всех систематических групп живого мира. Их участие в инактивации и изменении активности генов, в «горизонтальном» переносе генов, в хромосомных перестройках. Общая схема рекомбинации при транспозициях. Основные механизмы транспозиций: репликативная транспозиция, перемещение ретротранспозонов
5	ОПК-1.ИД2, ОПК-1.ИД3, ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД1, ОПК-2.ИД3, ОПК-3.ИД1, ОПК-8.ИД1, ПК-2.ИД1, ПК-2.ИД2, ПК-2.ИД3, ПК-3.ИД1, ПК-5.ИД1	Тема 5. Формирование Т и В-клеточных рецепторов	Организация генного локуса. VDJ-рекомбинация. Ферменты, участвующие в формировании ТCR и ВСР. Смена изотипов при созревании В-клеток. Явление соматических гипермутаций в структуре ВСР. Связывание с молекулой мишени. Особенности формирования клеточных рецепторов у птиц. Генная конверсия.

7 семестр

№ п/п	Шифр компетенции	Наименование раздела (модуля), темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
Раздел 1. Транскрипция			
1	ОПК-1.ИД2, ОПК-1.ИД3, ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД1, ОПК-2.ИД3, ОПК-3.ИД1, ОПК-8.ИД1,	Тема 1. Экспрессия генов	Транскрипция как основа регуляции экспрессии генов. Матричный синтез РНК. Стадии транскрипции: инициация, элонгация и терминация. РНК-полимераза – основной фермент транскрипции. Синтез предшественников мРНК, рРНК, тРНК и малых ядерных РНК (мя РНК). Судьба РНК в

ПК-2.ИД1,
ПК-2.ИД2,
ПК-2.ИД3,
ПК-3.ИД1,
ПК-5.ИД1

клетках прокариот и эукариот. Транскрипция у эубактерий. Понятие оперонов и полицистронных мРНК. Строение РНК-полимеразы эубактерий. Понятия «полного» и «core» фермента. Семейство сигма-субъединиц РНК-полимеразы прокариот. Промотор и терминатор транскрипции. Примеры регуляции активности генов с использованием набора сигма-субъединиц. Структура промоторов: области нуклеотидов (-35) и (-10). Структура терминаторов. Инициация транскрипции: этапы. Понятие abortивного синтеза. Оперон как способ регуляции транскрипции. Примеры оперонов: оперон pРНК, опероны рибосомных белков и «лишние» гены в составе этих оперонов. Регуляция активности генов E.coli, утилизирующих лактозу. Lac-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. Сопряжение транскрипции и трансляции. Понятие «аттенюации». Элонгация: факторы элонгации. Понятие «паузы элонгации». Терминация: ρ - зависимая и ρ -независимая. Транскрипция у эукариот. Транскрикционная активность гетеро- и эухроматина. Созревание РНК и транспорт РНК из ядра в цитоплазму. РНК-полимеразы клеток эукариот. Функции РНК-полимераз I, II и III в клетке. Субъединичный состав РНК-полимераз I, II и III. Общие субъединицы. Промоторы РНК-полимеразы II. Типы промоторов, особенности их строения. Понятие: «основные факторы инициации» транскрипции. Основные факторы инициации транскрипции РНК-полимеразы II. Этапы

			<p>инициации транскрипции на примере РНК-полимеразы II. Взаимодействие основных факторов транскрипции при инициации. Дополнительные факторы инициации, места связывания факторов транскрипции. Удаленные места связывания факторов. Способы изменения активности факторов. Транскрипционная активность гена есть результат взаимодействия активаторов и ингибиторов транскрипции. Особенности регуляции транскрипции в многоклеточных организмах. Гены «домашнего хозяйства». Элонгация. Факторы элонгации. Терминация транскрипции. Примеры нарушения регуляции транскрипции генов в многоклеточных организмах. Постановка задачи об изучении регуляции транскрипции на уровне целой клетки. Современные подходы к ее решению. Нонсенс-опосредованный распад РНК</p>
2	ОПК-1.ИД2, ОПК-1.ИД3, ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД1, ОПК-2.ИД3, ОПК-3.ИД1, ОПК-8.ИД1, ПК-2.ИД1, ПК-2.ИД2, ПК-2.ИД3, ПК-3.ИД1, ПК-5.ИД1	Тема 2. Процессинг первичных транскриптов. РНК- мир	<p>Процессинг мРНК эукариот из гетерогенной ядерной РНК (гяРНК). Кэпирование 5'-концевой области: повышение эффективности трансляции и защита транскрипта от деградации. Строение «кэпа». Расщепление и полиаденилирование 3'- области. Сигнал полиаденилирования. ПолиА-полимераза-фермент расщепления и полиаденилирования. Деградация 3'-концевой области. Значение полиаденилирования для стабилизации транскрипта и его транспорта в цитоплазму. Регуляция экспрессии гена на стадии процессинга 3'-конца: наличие нескольких сигналов полиаденилирования. Процессинг 3'- конца транскриптов гистоновых генов с участием U7РНК. Алтернативный сплайсинг. Экзон-инtronное строение кодирующей области предшественника мРНК эукариот. Сплайсинг экзонов. Правило сплайсинга.</p>

Фенилкетонурия и талассемия как результат нарушения сплайсинга. Механизм сплайсинга с образованием лассо-интрана. Сплайс(е) осома. Участие РНК- полимеразы II в процессинге гяРНК в ядре; ферменты кэпирования и полиаденилирования как факторы элонгации. Высокая скорость распада гяРНК в ядре; присоединение РНК- связывающих белков и мяРНП. Механизм сплайсинга с участием нескольких мяРНК; пространственная структура взаимодействующих участков РНК обеспечивает катализ разрыва – воссоединения связей. Экспорт мРНК в цитоплазму после завершения сплайсинга. 5'-нетранслируемая лидерная область, открытая рамка считывания и 3'-нетранслируемая область зрелой мРНК. Значение нетранслируемых областей мРНК: присутствие регуляторных элементов матричной активности; определение времени жизни мРНК и ее внутриклеточной локализации. Регуляция экспрессии генов путем альтернативного сплайсинга. Образование тканеспецифических изоформ белка. Экономичное использование РНК-предшественника. Включение и выключение генов. Регулируемый белками каскад процессов альтернативного сплайсинга, определяющий становление пола у дрозофил. Интраны как предшественники мяРНК. Пересмотр понятия «один ген – один белок». Современное определение гена. Экзон-интранное строение кодирующей области предшественника мРНК эукариот. Сплайсинг экзонов. Правило сплайсинга. Фенилкетонурия и талассемия как результат нарушения сплайсинга. Механизм сплайсинга с образованием лассо-интрана. Сплайс(е)

осома. Участие РНК-полимеразы II в процессинге гяРНК в ядре; ферменты кэпирования и полиаденилирования как факторы элонгации. Высокая скорость распада гяРНК в ядре; присоединение РНК-связывающих белков и мяРНП. Механизм сплайсинга с участием нескольких мяРНК; пространственная структура взаимодействующих участков РНК обеспечивает катализ разрыва – воссоединения связей. Экспорт мРНК в цитоплазму после завершения сплайсинга. 5'-нетранслируемая лидерная область, открытая рамка считывания и 3'-нетранслируемая область зрелой мРНК. Значение нетранслируемых областей мРНК: присутствие регуляторных элементов матричной активности; определение времени жизни мРНК и ее внутриклеточной локализации. Регуляция экспрессии генов путем альтернативного сплайсинга. Образование тканеспецифических изоформ белка. Экономичное использование РНК-предшественника. Включение и выключение генов. Регулируемый белками каскад процессов альтернативного сплайсинга, определяющий становление пола у дрозофил. Интроны как предшественники мяРНК. Пересмотр понятия «один ген – один белок». Современное определение гена. Транссплайсинг фрагментов РНК, синтезированных на разных генах. Миниэкзоны трипаносом и нематод. Механизм транссплайсинга с участием Y-интермедиата. Редактирование РНК. Некоторые типы редактирования РНК. Разрезание и подравнивание рРНК и тРНК бактерий; участие рибозима. Процессинг рРНК эукариот – метилирование рибозы,

			<p>образование рибонуклеопротеида, расщепление по концам спайсеров. Обнаружение интрана в 28S-рНК инфузории; сплайсинг. Механизм самосплайсинга; инtron как рибозим. Созревание тРНК эукариот: процессинг как у прокариот, самосплайсинг.</p> <p>Посттранскрипционное изменение последовательности РНК. Системы дезаминирования цитозина и аденина у эукариот. Редактирование митохондриальных и хлоропластных транскриптов растений. Редактирование у трипаносоматид.</p>
3	ОПК-1.ИД2, ОПК-1.ИД3, ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД1, ОПК-2.ИД3, ОПК-3.ИД1, ОПК-8.ИД1, ПК-2.ИД1, ПК-2.ИД2, ПК-2.ИД3, ПК-3.ИД1, ПК-5.ИД1	Тема 3. РНК-мир	<p>Методы исследования транскриптома. Полномасштабное секвенирование. Разнообразные функции РНК: структурные, катализитические, регуляторные, адаптерные. Малые ядерные РНК, длинные некодирующие, участие в регуляции экспрессии генов. РНК-интерференция. Малые интерферирующие РНК и микроРНК</p>

Раздел 2. Трансляция, структура белка, посттрансляционные модификации

1	ОПК-1.ИД2, ОПК-1.ИД3, ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД1, ОПК-2.ИД3, ОПК-3.ИД1, ОПК-8.ИД1, ПК-2.ИД1, ПК-2.ИД2, ПК-2.ИД3, ПК-3.ИД1, ПК-5.ИД1	Тема 1. Генетический код. Трансляция.	<p>Биосинтез белков как наиболее сложный и энергоемкий процесс реализации генетической информации, протекающий с высокой скоростью и точностью.</p> <p>Генетический код. Понятие кодона. Триплетность, вырожденность, неперекрываемость кода без запятых.</p> <p>Установление «универсального» кодового словаря (бактерии, цитоплазма эукариот).</p> <p>Терминаторные кодоны. Семьи кодонов. Различия между «универсальным» и митохондриальными генетическими кодами.</p> <p>Особенности митохондриального кода</p>
---	--	---------------------------------------	---

млекопитающих, дрозофилы, дрожжей, растений. Краткая характеристика митохондриальных геномов. Транспортные РНК. Понятие антикодона тРНК. Его расположение во вторичной и третичной структуре тРНК. Кодон-антикодоновые взаимодействия. Стереохимия кодон-антикодонового комплементарного комплекса. Минорные нуклеотиды тРНК. Гипотеза нестрогого соответствия Крика: неоднозначное спаривание первого нуклеотида антикодона с третьим нуклеотидом кодона. Понятие трансляции. Транспортные РНК. Адапторная гипотеза Крика и ее доказательство. Изоакцепторные тРНК. Структура тРНК. Первичная структура: длина цепей, 3'-конец, «минорные» нуклеотиды, консервативные участки; вторичная структура: «клеверный лист», двуспиральные и односпиральные участки, каноническое и неканоническое спаривание оснований. Третичная структура: L-форма, влияние комплексообразования с аминоацил-тРНК-синтетазой. Дорибосомный этап белкового синтеза. Реакции аминоацилирования тРНК Аминоацил-тРНК-синтетазы: специфичность, разнообразие, субъединичная структура. Особенности эукариотических синтетаз. Специфичность аминоацилирования тРНК по отношению к аминокислоте и по отношению к тРНК. Структурная комплементарность тРНК и аминоацил-тРНК-синтетаз. Рибосомный этап трансляции. Стадии трансляции: инициация, элонгация и терминация. Последовательное считывание мРНК рибосомами. Полирибосомы. Рабочий (элонгационный) цикл рибосомы. Структура рибосомы. Прокариотический и эукариотический типы

		рибосом. Рибосомы митохондрий и хлоропластов. Рибосомные РНК. Значение рибосомной РНК. Виды рибосомных РНК. Рибосомные белки. Функциональные активности и функциональные участки рибосом. Элонгационный цикл рибосомы. Участие фактора элонгации в связывании тРНК. Последовательность событий и молекулярные механизмы: перебор тРНК . Транспептидация. Транслокация. Участие фактора элонгации в транслокации. Пре- и посттранслокационное состояние рибосомы. Передвижение матрицы при транслокации. Модель динамической работы рибосомы в элонгационном цикле. Инициация трансляции. Инициирующие кодоны и их положение в мРНК про- и эукариот. Инициаторные тРНК и инициаторы трансляции. Белковые факторы инициации. Последовательность событий в процессе инициации у прокариот. Инициация трансляции у эукариот. Элонгация трансляции (факторы). Рост полипептидной цепи. Терминация трансляции. Про- и эукариотические белковые факторы терминации. Регуляция трансляции у прокариот. Регуляция трансляции у эукариот на стадии инициации. РНК-интерференция. Малые интерферирующие РНК и микроРНК. Взаимодействие рибосомы и растущего пептида с мембраной. Котрансляционный фолдинг. Участие шаперонов и гликохилирования в правильном сварачивании полипептидной цепи	
2	ОПК-1.ИД2, ОПК-1.ИД3, ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД1, ОПК-2.ИД3, ОПК-3.ИД1,	Тема 2. Структура белка	Первичная, вторичная, третичная и четвертичная структура. Особенности пептидной связи. Полипептидная цепь. Аминокислоты и их свойства. α – слои, β – складчатость. Доменная организация белковых молекул. Связь укладки с функцией

	ОПК-8.ИД1, ПК-2.ИД1, ПК-2.ИД2, ПК-2.ИД3, ПК-3.ИД1, ПК-5.ИД1		белка. Первичная структура как уровень организации белка. Значение изучения первичной структуры белков для решения проблем эволюции и систематики организмов. Вторичная структура белка. Структурные особенности пептидной связи, определяющие формирование регулярной вторичной структуры. Стерические ограничения и вторичная структура пептидной связи. Виды регулярной вторичной структуры. Третичная структура белков. Стабильность пространственной структуры белка. Наличие гидрофобных ядер и полярной оболочки. Доменная структура белков. Образование третичной структуры белка из элементов вторичной структуры. Топология полипептидных цепей в белках и классификация пространственных структур. Соотношение между пространственной структурой белка и аминокислотной последовательностью. Схематическое представление пространственной структуры белка. Трехмерная структура некоторых белковых модулей (доменов). Особенности структуры мембранных белков. Фибриллярные белковые структуры. Четвертичная структура белка. Структурная организация контактов между субъединицами. Самоорганизация пространственной структуры белковых молекул. Ренатурация белка <i>in vitro</i> . Предопределенность пространственной структуры белка его аминокислотной последовательностью. Сворачивание полипептидной цепи в нативную конформацию Этапы пространственной сборки белка <i>in vivo</i> .
3	ОПК-1.ИД2, ОПК-1.ИД3, ОПК-1.ИД1,	Тема 3. Пострансляционные модификации	Котрансляционные модификации белка: деформилирование, диметионилирование, отщепление N-концевой последовательности,

ОПК-2.ИД1, ОПК-2.ИД3, ОПК-3.ИД1, ОПК-8.ИД1, ПК-2.ИД1, ПК-2.ИД2, ПК-2.ИД3, ПК-3.ИД1, ПК-5.ИД1	тиол-дисульфидный обмен (образование дисульфидных связей), N-гликозилирование, гидроксилирование. Роль гликозилирования в фолдинге белка и активности ферментов. Убиквитинилирование и сумоилирование белков. Время полужизни белка. Работа протеосомы. Липидирование белков, участие в везикулярном транспорте. Транспорт белков в различные компартменты эукариотической клетки. Методические подходы для изучения транспорта белков в различные компартменты клетки. Сигнальная гипотеза транспорта белков в клетке. Метилирование и ацетилирование. Репрессия и активация хроматина
--	---

Раздел 3. Механизмы реализации генетической информации на уровне генома

1	ОПК-1.ИД2, ОПК-1.ИД3, ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД1, ОПК-2.ИД3, ОПК-3.ИД1, ОПК-8.ИД1, ПК-2.ИД1, ПК-2.ИД2, ПК-2.ИД3, ПК-3.ИД1, ПК-5.ИД1	Тема 1. Редактирование генома	Система рестрикций-модификации у эубактерий. Ее значение для уничтожения чужеродной ДНК. Системы рестрикции трех типов. Борьба бактериофагов с системами рестрикции хозяина. Методы редактирования генома: TALEN, Zn-finger, CRISPR. Механизмы этих процессов. Задачи, которые могут быть решены с помощью метода геномного редактирования, в чем состоят опасности применения этих методов
2	ОПК-1.ИД2, ОПК-1.ИД3, ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД1, ОПК-2.ИД3, ОПК-3.ИД1, ОПК-8.ИД1, ПК-2.ИД1, ПК-2.ИД2,	Тема 2. Эпигенетика	Консенсусное определение эпигенетики как науки о стабильно наследуемом фенотипе, возникающем в результате изменения в хромосомах без изменений последовательности ДНК. Три краеугольных эпигенетических механизма: метилирование ДНК, модификация гистонов и РНК-интерференция. Механизм метилирования ДНК. Метилирование СрG-динуклеотидов, ДНК-метилтрансферазы. СрG-островки и их характеристики. Роль метилирования ДНК в

ПК-2.ИД3, ПК-3.ИД1, ПК-5.ИД1	<p>регуляции биологических процессов.</p> <p>Механизмы инактивации гена в результате метилирования промоторного и регуляторных районов. Метилсвязывающие белки.</p> <p>Характеристики эу- и гетерохроматина.</p> <p>Гистоновые белки. Гистоновый код – набор модификаций N-концевых областей гистоновых белков, определяющий функциональное состояние гена. Лизиновые метилтрансферазы гистоновых белков.</p> <p>Метилирование гистонов Н3 и Н4 по остаткам лизина – основная модификация гетерохроматина при крупномасштабной репрессии транскрипции. Метилирование лизина Н3К9 как сигнал долговременной негативной регуляции транскрипции.</p> <p>Триметилирование лизина Н3К4 – глобальная эпигенетическая метка эухроматина.</p> <p>Метилирование лизина Н3К79 - препятствие образования гетерохроматиновых районов.</p> <p>Ацетилирование и деацетилирование гистонов как регуляция активации/инактивации генов.</p> <p>Ацетилазы и деацетилазы гистоновых белков.</p> <p>Метилирование гистонов, опосредованное метилированием ДНК, и метилирование ДНК, опосредованное метилированием гистонов.</p> <p>Эпигенетическая регуляция ранних этапов эмбриогенеза и эмбриональных стволовых клетках. Метилирование и деметилирование в процессе гаметогенеза. Деметилирование ДНК на ранних этапах эмбриогенеза.</p> <p>Фенотипические проявления мутаций ДНК-метилтрансфераз и метилсвязывающих белков. «Бивалентная» структура хроматина в промоторных районах высоко консервативных генов – «низкий старт» для генов, участвующих в процессах дифференцировки эмбриональных стволовых клеток.</p> <p>Фенотипические проявления мутаций</p>
------------------------------------	---

гистоновых метилтрансфераз, гистоновых ацетилтрансфераз и деацетилтрансфераз и генов, вовлеченных в ремоделлинг хроматина. Заболевания, связанные с регуляцией хроматина. Эпигенетическое репрограммирование в цикле развития млекопитающих. Эпигенетика репрограммирования соматических клеток *in vitro*. РНК-интерференция в ядре. Метилирование CpG-островков промоторных районов генов посредством siRNA. Фенотипические проявления мутаций белков, осуществляющих процессинг miRNA. Практическое использование miRNA и siRNA как маркеров патологических процессов и в терапии широко распространенных заболеваний. Антисмыловые олигонуклеотиды для инактивации малых РНК, участвующих в патологических процессах. Геномный импринтинг - эпигенетический механизм регуляции экспрессии гомологичных генов в процессе развития организма в зависимости от родительского происхождения гена, хромосомы или генома. Эпигенотип (импринт). Импринтированный ген. Однородительская дисомия хромосом. Механизмы формирования однородительской дисомии у человека: комплементация гамет, коррекция моносомии до дисомии, соматическая рекомбинация. Характерные черты импринтированных генов: кластеризация, консервативность импринтинга, асинхронность репликации ДНК импринтированных генов, онтогенетическая и тканевая регуляция импринтинга. Импринтированные гены, кодирующие матричные РНК и другие функционально значимые (некодирующие)

	РНК. Некодирующие РНК импринтированных районов. Некоторые miRNA млекопитающих импринтированы. Характерные черты центров импринтинга. Модели организации и регуляции импринтированного района. ChIP-seq — метод анализа ДНК-белковых взаимодействий. ChIA-PET – позволяет выявить пространственно удаленные участки хроматина. Hi-C – метод позволяет выявить сближенные участки
--	---

3.2. Перечень разделов, тем дисциплины для самостоятельного изучения обучающимися

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

4. Тематический план дисциплины.

4.1. Тематический план контактной работы обучающихся с преподавателем.

№ п/п	Виды учебных занятий / форма промеж. аттестации	Период обучения (семестр) Порядковые номера и наименование разделов. Порядковые номера и наименование тем разделов. Темы учебных занятий.	Количество часов контактной работы	Виды контроля успеваемости	Формы контроля успеваемости и промежуточной аттестации		
					КП	ОК	ЛР
1	2	3	4	5	6	7	8

6 семестр

Раздел 1. Нуклеиновые кислоты

Тема 1. Введение в молекулярную биологию

1	ЛЗ	Введение в молекулярную биологию	2	Д	1		
---	----	-------------------------------------	---	---	---	--	--

Тема 2. Структура нуклеиновых кислот (отличие ДНК и РНК)

1	ЛПЗ	Структура нуклеотидов. Расчет температуры плавления ДНК, подбор и температура отжига праймеров	3	Д	1		
2	ЛЗ	Структура нуклеиновых кислот (отличие ДНК и РНК)	2	Д	1		
3	ЛПЗ	Выделение препарата нуклеиновых кислот из буккального эпителия.	3	Т	1	1	1

Тема 3. Методы секвенирования

1	ЛЗ	Методы секвенирования	2	Д	1		
2	К	Текущий рубежный (модульный) контроль по разделу 1.	3	Р	1	1	

Раздел 2. Структура хроматина

Тема 1. Структура хроматина

1	ЛЗ	Структура хроматина	2	Д	1		
2	ЛПЗ	Обратная транскрипция и ПЦР в реальном времени.	3	Т	1	1	1

		Методы обсчета данных ПЦР в реальном времени					
--	--	---	--	--	--	--	--

Раздел 3. Геномы

Тема 1. Геномы

1	ЛЗ	Геномы	2	Д	1		
2	ЛПЗ	Амплификация Alu-повторов, электрофорез в агарозном геле	3	Т	1		1
3	ЛЗ	Анализ репертуара Т- клеточных рецепторов	2	Д	1		

Тема 2. Метагеномы

1	ЛЗ	Метагеномы	2	Д	1		
2	К	Текущий рубежный (модульный) контроль по разделам 2 и 3	3	Р	1	1	

Раздел 4. Сохранение ДНК в ряду поколений и подходы к изучению ДНК

Тема 1. Репликация

1	ЛЗ	Репликация	2	Д	1		
---	----	------------	---	---	---	--	--

Тема 2. Полимеразная цепная реакция

1	ЛПЗ	Подключение к серверу. Анализ метагеномных данных	3	Т	1	1	1
2	ЛЗ	Полимеразная цепная реакция	2	Д	1		

Тема 3. Генная инженерия

1	ЛЗ	Генная инженерия	2	Д	1		
2	ЛПЗ	Освоение программы SnapGene. Клонирование гена мишени в экспрессионный вектор: рестрикция, лигирование	3	Т	1	1	1
3	ЛЗ	Рестрикционный анализ	2	Д	1		
4	ЛПЗ	Трансформация бактерий, приготовление компетентных клеток	3	Т	1		1
5	ЛЗ	Репарация	2	Д	1		

Тема 4. Рекомбинация

1	ЛЗ	Рекомбинация	2	Д	1		
---	----	--------------	---	---	---	--	--

Тема 5. Формирование Т и В- клеточных рецепторов

1	ЛПЗ	Отчет по лабораторным занятиям. Анализ репертуара Т-клеточных рецепторов	3	Т	1	1	1
2	ЛЗ	Формирование Т и В- клеточных рецепторов	2	Д	1		
3	ЛПЗ	Анализ репертуара В- клеточных рецепторов	3	Т	1		1
4	ЛПЗ	Анализ репертуара Т- клеточных рецепторов	3	Т	1	1	1
5	ЛПЗ	Кластерный анализ	3	Д	1		
6	К	Текущий рубежный (модульный) контроль по разделу 4	3	Р	1	1	
7	К	Текущий рубежный (модульный) контроль по разделу 5	3	Р	1	1	

7 семестр**Раздел 1. Транскрипция****Тема 1. Экспрессия генов**

1	ЛЗ	Экспрессия генов	2	Д	1		
2	ЛПЗ	Обработка данных single-cell секвенирования	3	Д	1		

Тема 2. Процессинг первичных транскриптов. РНК- мир

1	ЛЗ	Процессинг первичных транскриптов	2	Д	1		
2	ЛПЗ	Обработка данных single-cell секвенирования. Представление результатов анализа и обсуждение самостоятельной обработки данных по single-cell	3	Т	1	1	1

Тема 3. РНК-мир

1	ЛЗ	РНК-мир	2	Д	1		
2	К	Текущий рубежный (модульный) контроль по	3	Р	1	1	

		разделу 6					
--	--	-----------	--	--	--	--	--

Раздел 2. Трансляция, структура белка, посттрансляционные модификации

Тема 1. Генетический код. Трансляция.

1	ЛЗ	Генетический код	2	Д	1		
---	----	------------------	---	---	---	--	--

Тема 2. Структура белка

1	ЛПЗ	Использование компьютерных методов в анализе белковых последовательностей	3	Т	1		1
2	ЛЗ	Трансляция	2	Д	1		
3	ЛПЗ	Использование компьютерных методов в анализе белковых последовательностей	3	Т	1	1	
4	ЛЗ	Структура белка	2	Д	1		
5	ЛПЗ	Использование компьютерных методов в анализе белковых последовательностей	3	Т	1		1

Тема 3. Посттрансляционные модификации

1	ЛПЗ	Семинар по статьям о влиянии ПТМ на функцию белка. Метод ИФА	3	Т	1		1
2	ЛЗ	Посттрансляционные модификации	2	Д	1		
3	ЛЗ	Посттрансляционные модификации. Транспорт белков в клетке	2	Д	1		
4	К	Текущий рубежный (модульный) контроль по разделу 7	3	Р	1	1	

Раздел 3. Механизмы реализации генетической информации на уровне генома

Тема 1. Редактирование генома

1	ЛПЗ	Получение библиотеки фрагментов гена 16S рРНК для NGS секвенирования	3	Т	1	1	1
---	-----	--	---	---	---	---	---

2	ЛЗ	Редактирование генома	2	Д	1		
3	ЛПЗ	Получение кДНК библиотеки Т- клеточных рецепторов. Демонстрация работы клеточного сортера	3	Т	1		1
4	ЛПЗ	Получение кДНК библиотеки Т- клеточных рецепторов: выделение РНК, синтез первой цепи, амплификация продукта	3	Т	1		1
5	ЛПЗ	Получение кДНК библиотеки Т- клеточных рецепторов: баркодирование библиотек	3	Т	1		1
6	ЛЗ	Использование компьютерных методов в анализе белковых последовательностей	2	Д	1		
7	ЛЗ	Анализ данных секвенирования ТКР библиотек и метагеномных данных	2	Д	1		
8	ЛПЗ	Демонстрационная задача по запуску секвенатора	3	Т	1		1
9	ЛПЗ	Анализ данных секвенирования 16S рРНК метагеномов	3	Т	1		1
10	ЛЗ	3-d геномика. Метод Hi-C	2	Д	1		
11	ЛПЗ	Представление, полученных результатов по практическим и лабораторно- практическим курсам	3	Т	1		1

Тема 2. Эпигенетика

1	ЛЗ	Эпигенетика	2	Д	1		
2	ЛЗ	Эпигенетика. Геномный импринтинг	2	Д	1		
3	К	Итоговый контроль по разделам 6 и 7	3	Р	1	1	

Текущий контроль успеваемости обучающегося в семестре осуществляется в формах, предусмотренных тематическим планом настоящей рабочей программы дисциплины.

Формы проведения контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся /виды работы обучающихся

№ п/п	Формы проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся (ФТКУ)	Виды работы обучающихся (ВРО)
1	Контроль присутствия (КП)	Присутствие
2	Опрос комбинированный (ОК)	Выполнение заданий в устной и письменной форме
3	Проверка лабораторной работы (ЛР)	Выполнение (защита) лабораторной работы

4.2. Формы проведения промежуточной аттестации

6 семестр

- 1) Форма промежуточной аттестации - Зачет
- 2) Форма организации промежуточной аттестации -Контроль присутствия, Опрос комбинированный

7 семестр

- 1) Форма промежуточной аттестации - Экзамен
- 2) Форма организации промежуточной аттестации -Контроль присутствия, Опрос устный

5. Структура рейтинга по дисциплине

5.1. Критерии, показатели проведения текущего контроля успеваемости с использованием балльно-рейтинговой системы.

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 текущего контроля успеваемости /виды работы		Кол-во контролей	Макс. кол-во баллов	Соответствие оценок *** рейтинговым баллам				
						ТК	ВТК	Отл.	Хор.	Удовл.
Лабораторно-практическое занятие	ЛПЗ	Опрос комбинированный	ОК	6	66	B	T	11	7	4
		Проверка лабораторной работы	ЛР	9	99	B	T	11	7	4
Коллоквиум	K	Опрос комбинированный	ОК	4	400	B	P	100	67	34
Сумма баллов за семестр					565					

7 семестр

Виды занятий		Формы текущего контроля успеваемости /виды работы		Кол-во контролей	Макс. кол-во баллов	Соответствие оценок *** рейтинговым баллам				
						ТК	ВТК	Отл.	Хор.	Удовл.
Лабораторно-практическое занятие	ЛПЗ	Опрос комбинированный	ОК	3	33	B	T	11	7	4
		Проверка лабораторной работы	ЛР	11	121	B	T	11	7	4
Коллоквиум	K	Опрос комбинированный	ОК	3	300	B	P	100	67	34
Сумма баллов за семестр					454					

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

Порядок промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине (модулю) в форме зачёта

По итогам расчета рейтинга по дисциплине в 6 семестре, обучающийся может быть аттестован по дисциплине без посещения процедуры зачёта, при условии:

Оценка	Рейтинговый балл
Зачтено	333

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

По итогам расчета рейтинга по дисциплине в 7 семестре, обучающийся может быть аттестован с оценками «отлично» (при условии достижения не менее 90% баллов из возможных), «хорошо» (при условии достижения не менее 75% баллов из возможных), «удовлетворительно» (при условии достижения не менее 60% баллов из возможных) и сданных на оценку не ниже «удовлетворительно» всех запланированных в текущем семестре рубежных контролей без посещения процедуры экзамена. В случае, если обучающийся не согласен с оценкой, рассчитанной по результатам итогового рейтинга по дисциплине, он обязан пройти промежуточную аттестацию по дисциплине в семестре в форме экзамена в порядке, предусмотренном рабочей программой дисциплины и в сроки, установленные расписанием экзаменов в рамках экзаменационной сессии в текущем семестре. Обучающийся заявляет о своем желании пройти промежуточную аттестацию по дисциплине в форме экзамена не позднее первого дня экзаменационной сессии, сделав соответствующую отметку в личном кабинете по соответствующей дисциплине. В таком случае, рейтинг, рассчитанный по дисциплине не учитывается при процедуре промежуточной аттестации. По итогам аттестации обучающийся может получить любую оценку из используемых в учебном процессе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценка	Рейтинговый балл
Отлично	900
Хорошо	750
Удовлетворительно	600

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации

6 семестр

Перечень вопросов для подготовки к промежуточной аттестации в форме зачёта

1. Репликация: основные этапы и участвующие молекулы.
2. Основные принципы репликации ДНК. Согласованность репликации и клеточного деления у эукариот.
3. Общие свойства ДНК-полимераз. ДНК-полимеразы *E. coli*. Субъединичный состав и роль отдельных субъединиц
4. Эукариотические ДНК-полимеразы.
5. Ассиметричный синтез ДНК. Репликоны про- и эукариот. Точки начала репликации (ориджины репликации). Согласованная репликация двух родительских цепей ДНК в репликативной вилке.
6. Инициация репликации у *E. coli*.
7. Двунаправленный рост двух дочерних цепей ДНК от одной точки ori при репликации. Исключения из этого правила.
8. Репликация концов эукариотических хромосом. Теломераза.
9. Топологические проблемы двунитевых молекул ДНК. Сверхспирализация ДНК; ее роль в формировании особых структур ДНК.
10. Топоизомеразы типов I и II.
11. Дефекты ДНК после репликации и другие повреждения ДНК.
12. Некоторые типы прямой реактивации повреждений ДНК.
13. Эксцизионная репарация.
14. Индуцируемая репарация.
15. Репарация неспаренных (обычных) нуклеотидов. Репарация дочерней нити, зависящая от метилирования.
16. Репарация повреждений двух цепей ДНК.
17. Гомологичная рекомбинация. Мейотическая и митотическая рекомбинация. Эктопическая рекомбинация
18. Белок RecA *E. coli* и его роль в гомологичной рекомбинации.
19. Гомологичная рекомбинация у *E. coli*. RecBCD - основной путь гомологичной рекомбинации у *E. coli*.
20. Специализированные системы гомологичной рекомбинации.
21. Сайт-специфическая рекомбинация.
22. Ферменты, осуществляющие сайт-специфическую рекомбинацию: интегразы и инвертазы.
23. Модель Холлидея.

24. Конверсия гена.

25. Генетическая рекомбинации без гомологии: транспозиция и незаконная

7 семестр

Перечень вопросов для подготовки к промежуточной аттестации в форме экзамена

1. Геномный импринтинг - эпигенетический механизм регуляции экспрессии гомологичных генов в процессе развития организма в зависимости от родительского происхождения гена, хромосомы или генома.
2. Эпигенотип (импринт). Импринтированный ген. Однородительская дисомия хромосом. Механизмы формирования однородительской дисомии у человека: комплементация гамет, коррекция моносомии до дисомии, соматическая рекомбинация.
3. Характерные черты импринтированных генов: кластеризация, консервативность импринтинга, асинхронность репликации ДНК импринтированных генов, онтогенетическая и тканевая регуляция импринтинга.
4. Эпигенетическая регуляция ранних этапов эмбриогенеза и эмбриональных стволовых клетках. Метилирование и деметилирование в процессе гаметогенеза. Деметилирование ДНК на ранних этапах эмбриогенеза.
5. Фенотипические проявления мутаций ДНК-метилтрансфераз и метилсвязывающих белков. «Бивалентная» структура хроматина в промоторных районах высоко консервативных генов – «низкий старт» для генов, участвующих в процессах дифференцировки эмбриональных стволовых клеток
6. ChIP-seq — метод анализа ДНК-белковых взаимодействий. ChIA-PET — позволяет выявить пространственно удаленные участки хроматина. Hi-C — метод позволяет выявить сближенные участки.
7. Система рестрикций-модификации у эубактерий. Ее значение для уничтожения чужеродной ДНК.
8. Системы рестрикции трех типов. Борьба бактериофагов с системами рестрикции хозяина. Методы редактирования генома: TALEN, Zn-finger, CRISPR. Механизмы этих процессов. Задачи, которые могут быть решены с помощью метода геномного редактирования, в чем состоят опасности применения этих методов

7. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины

Для подготовки к занятиям лекционного типа обучающийся должен
внимательно прочитать материал предыдущей лекции

Для подготовки к занятиям лекционного типа обучающийся должен
ознакомиться с учебным материалом по учебнику, учебным пособиям, а также электронным образовательным ресурсам с темой прочитанной лекции

Для подготовки к занятиям лекционного типа обучающийся должен
внести дополнения к полученным ранее знаниям по теме лекции на полях лекционной тетради

Для подготовки к занятиям лекционного типа обучающийся должен
записать возможные вопросы, которые следует задать преподавателю по материалу изученной лекции

Для подготовки к занятиям лабораторно-практического типа обучающийся должен
внимательно изучить теоретический материал по конспекту лекции, учебникам, учебным пособиям, а также электронным образовательным ресурсам

Для подготовки к занятиям лабораторно-практического типа обучающийся должен
выполнить письменную работу, если данное задание предусмотрено по дисциплине

Для подготовки к занятиям лабораторно-практического типа обучающийся должен
тщательно изучить и законы спектировать методики проведения экспериментов

Для подготовки к занятиям лабораторно-практического типа обучающийся должен
проработать тестовые задания и ситуационные задачи, которые были рекомендованы для самостоятельного решения

Для подготовки к коллоквиуму обучающийся должен
изучить учебный материал по всем темам и разделам дисциплины в семестре, включенным в данный контроль

При подготовке к зачету необходимо
изучить учебный материал по всем темам и (или) разделам дисциплины в семестре

При подготовке к экзамену необходимо
ознакомиться со списком вопросов и практических заданий, выносимых на промежуточную аттестацию в форме экзамена

При подготовке к экзамену необходимо
проанализировать материал и наметить последовательность его повторения

При подготовке к экзамену необходимо
повторить материал по наиболее значимым/сложным темам и (или) разделам дисциплины по конспектам лекций и учебной литературе, а также электронным образовательным ресурсам

При подготовке к экзамену необходимо
повторить схемы, таблицы, изученные в процессе освоения дисциплины

Самостоятельная работа студентов (СРС) включает в себя

работу с учебной, учебно-методической литературой по теме (рекомендованные учебники, методические пособия, ознакомление с материалами, опубликованными на рекомендованных медицинских сайтах)

Самостоятельная работа студентов (СРС) включает в себя

Выполнение домашних заданий, которое осуществляется в форме:

- работы с учебной, учебно-методической литературой по теме, электронными образовательными ресурсами, с конспектами обучающегося; решения ситуационных задач; решения тестовых заданий

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

8.1. Перечень литературы по дисциплине:

№ п /п	Наименование, автор, год и место издания	Используется при изучении разделов	Количество экземпляров в библиотеке	Электронный адрес ресурсов
1	2	3	4	5
1	Гены по Льюину, Кребс Дж., Голдштейн Э., 2022	Структура хроматина Транскрипция Сохранение ДНК в ряду поколений и подходы к изучению ДНК Механизмы реализации генетической информации на уровне генома Трансляция, структура белка, посттрансляционные модификации Нуклеиновые кислоты Геномы	0	https://rsmu.informsistema.ru/uploader/fileUpload?name=109bn.pdf&show=dcatalogues/1/5080/109bn.pdf&view=true
2	Молекулярная биология: рибосомы и биосинтез белка, Спирина А. С., 2011	Структура хроматина Транскрипция Сохранение ДНК в ряду поколений и подходы к изучению ДНК Механизмы реализации генетической информации на уровне генома Трансляция, структура белка, посттрансляционные модификации Геномы Нуклеиновые кислоты	55	
3	Молекулярная биология клетки: с задачами Д. Уилсона и Т. Ханта, Альбертс Б., 2013	Структура хроматина Транскрипция Сохранение ДНК в ряду поколений и подходы к изучению ДНК Механизмы реализации генетической информации на уровне генома Трансляция,	1	

		структура белка, посттрансляционные модификации Геномы Нуклеиновые кислоты		
4	Основы персонализированной медицины: медицина XXI века, Джайн К. О., Шарипов К. О., 2020	Структура хроматина Транскрипция Сохранение ДНК в ряду поколений и подходы к изучению ДНК Механизмы реализации генетической информации на уровне генома Трансляция, структура белка, посттрансляционные модификации Геномы Нуклеиновые кислоты	0	https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785423503437.html

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

1. PubMed
2. eLibrary
3. Российская государственная библиотека <https://www.rsl.ru/>
4. Сайт вопросов и ответов по молекулярной биологии - <http://molbiol.ru/>
5. Биомолекула – научно-популярное интернет-издание - <https://biomolecula.ru/>
6. PDB (Protein Data Bank) банк данных трёхмерных структур белков и нуклеиновых 30 кислот - <http://www.rcsb.org>
7. «Scopus» <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic&zone=header&origin=#basic>
8. SCOP (Structural Classification of Proteins) - структурная классификация белков - <http://scop.mrc-lmb.cam.ac.uk/scop>)
9. Платформа Nature <https://www.nature.com/siteindex>

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

1. Автоматизированный информационный комплекс «Цифровая административно-образовательная среда РНИМУ им. Н.И. Пирогова»
2. Система управления обучением
3. Office Standard/ Professional Plus 2010 with SP1, дог. № 65164326 от 08.05.2015 (32 шт.), АО «СофЛайн Трейд», срок действия лицензии: бессрочно

4. Mozilla Firefox, Mozilla Public License, www. Mozilla.org/MPL/2.0, (32 шт.), срок действия лицензии: бессрочно
5. Google Chrom, www.google.ru/intl/ru/chrom/browser/privacy/eula_text.html, (32 шт.), срок действия лицензии: бессрочно
6. Adobe Reader, get/adobe.com/ru/reader/otherversions, (32 шт.), срок действия лицензии: бессрочно;

8.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

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

Электронная информационно-образовательная среда университета обеспечивает:

- доступ к учебному плану, рабочей программе дисциплины, электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочей программе дисциплины;
- формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранение его работ и оценок за эти работы.

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

№ 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	Стулья , Столы , Ноутбук , Проектор мультимедийный , Экран для проектора , ПЦР бокс Ламинар С , pH-метр pH-150МИ , Секвенатор , Система для магнитной сортировки клеток RWD , Термостат ТС-1/20 СПУ мод.1003 , Холодильник на 4 0С , Центрифуга настольная для эппендорфов RWD , Шейкер-вортекс , Дозаторы пипеточные на 2, 10, 200, 1000 мкл
2	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
3	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.

Приложение 1
к рабочей программе
дисциплины (модуля)

Сведения об изменениях в рабочей программе дисциплины (модуля)

для образовательной программы высшего образования – программы бакалавриата/специалитета /магистратуры (оставить нужное) по направлению подготовки (специальности) (оставить нужное) _____ (код и наименование направления подготовки (специальности)) направленность (профиль) «_____» на _____ учебный год.

Рабочая программа дисциплины с изменениями рассмотрена и одобрена на заседании кафедры _____ (Протокол № _____ от «____» _____ 20____).

Заведующий _____ кафедрой _____ (подпись)

(Инициалы и фамилия)

Приложение 2
к рабочей программе
дисциплины (модуля)

Формы проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Формы проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Сокращённое наименование	
Контроль присутствия	Присутствие	КП
Опрос комбинированный	Опрос комбинированный	ОК
Проверка лабораторной работы	Лабораторная работа	ЛР

Виды учебных занятий и формы промежуточной аттестации

Формы проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Сокращённое наименование	
Лекционное занятие	Лекция	ЛЗ
Лабораторно-практическое занятие	Лабораторно-практическое	ЛПЗ
Коллоквиум	Коллоквиум	К
Экзамен	Экзамен	Э
Зачет	Зачет	З

Виды контроля успеваемости

Формы проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Сокращённое наименование	
Текущий дисциплинирующий контроль	Дисциплинирующий	Д
Текущий тематический контроль	Тематический	Т
Текущий рубежный контроль	Рубежный	Р
Промежуточная аттестация	Промежуточная аттестация	ПА

