

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.05 Молекулярная биология

для образовательной программы высшего образования - программы магистратуры

по направлению подготовки

06.04.01 Биология

направленность (профиль)

Медицинская биоинформатика

Год начала подготовки 2026

Настоящая рабочая программа дисциплины Б.1.О.05 Молекулярная биология (далее – рабочая программа дисциплины) является частью программы магистратуры по направлению подготовки 06.04.01 Биология. Направленность (профиль) образовательной программы: Медицинская биоинформатика.

Форма обучения: очная

Составители:

№, п/п	Фамилия, Имя, Отчество	Учёная степень, звание	Должность	Место работы
1	Британова Ольга Владимировна	Кандидат биологических наук	Ведущий научный сотрудник	ФГБУН Государственный научный центр Российской Федерации Институт биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова Российской академии наук (ГНЦ ИБХ РАН)
2	Мерзляк Екатерина Марковна	Кандидат биологических наук	Старший научный сотрудник	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н. И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Кафедра молекулярной биологии и медицинской биотехнологии МБФ»

(протокол от «__» _____ № _____)

Рабочая программа дисциплины рекомендована к утверждению рецензентами:

№ п /п	Фамилия, Имя, Отчество	Учёная степень, звание	Должность	Место работы
-----------------------	-----------------------------------	---------------------------------------	------------------	---------------------

1	Лагунин Алексей Александрович	Доктор биологических наук, Профессор	Зав. кафедрой биоинформатики Института Биомедицины (МБФ)	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н. И. Пирогова Минздрава России
---	----------------------------------	---	--	--

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена советом «
_____»
(протокол от «___» _____ 20___ № _____)

Нормативно-правовые основы разработки и реализации рабочей программы дисциплины:

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования – магистратура по специальности 06.04.01 Биология, утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от «11» августа 2020 г. No 934 рук (Далее – ФГОС ВО).
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.

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

1.1.2. Задачи, решаемые в ходе освоения дисциплины (модуля):

- 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 «Молекулярная биология» изучается в 1, 2 семестре (ах) и относится к обязательной части Блока Б.1 «Дисциплины (модули)». Является обязательной дисциплиной.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7.0 з.е.

Для успешного освоения настоящей дисциплины (модуля) обучающиеся должны освоить в рамках среднего полного общего образования, следующие дисциплины: Иностранные языки в медицине (Английский); Биология; Медицинская биохимия; Общая биохимия; Органическая химия; Общая и неорганическая химия; Перевод профессиональной литературы.

Знания, умения и опыт практической деятельности, приобретенные при освоении настоящей дисциплины, необходимы для успешного освоения дисциплин: Генная инженерия; Медицинская биоинформатика и функциональная геномика; Персонализированная медицина; Системная биология; Медицинская генетика.

Знания, умения и опыт практической деятельности, приобретенные при освоении настоящей дисциплины, необходимы для успешного прохождения практик: Практика по профилю профессиональной деятельности (лаборантская практика); Преддипломная практика, в том числе научно-исследовательская работа; Практика по направлению профессиональной деятельности (Анализ омиксных данных).

1.3. Планируемые результаты освоения дисциплины

1 семестр

Код и наименование компетенции	
Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)
ОПК-1 Способен использовать и применять фундаментальные биологические представления и современные методологические подходы для постановки и решения новых нестандартных задач в сфере профессиональной деятельности	
ОПК-1.ИД1 Использует фундаментальные биологические представления для постановки и решения новых нестандартных задач в сфере профессиональной деятельности.	Знать: базовые основы молекулярной биологии, основные факты, концепции, принципы и теории, связанные с молекулярными процессами, происходящими в клетке
	Уметь: пользоваться научной литературой, обобщать и систематизировать научную информацию, производить поиск необходимых сведений с помощью специализированных баз данных
	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
ОПК-1.ИД2 Использует современные методы для решения профессиональных задач.	Знать: основные методы молекулярной биологии и биоинформатического анализа
	Уметь: формулировать цели и задачи исследования, выбирать оптимальные пути и методы для их достижения в области молекулярной биологии
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): работы с оборудованием, используемым в исследованиях в области молекулярной биологии
ОПК-2 Способен творчески использовать в профессиональной деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин (модулей), определяющих направленность профессиональной деятельности	

ОПК-2.ИД1 Использует в профессиональной деятельности дисциплины, входящие в программу магистратуры.	Знать: основные методы молекулярной биологии
	Уметь: формулировать цели и задачи исследования, выбирать оптимальные пути и методы для их достижения в области молекулярной биологии
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): работы с оборудованием, используемым в исследованиях в области молекулярной биологии
ОПК-2.ИД2 Использует в своей работе практические навыки, полученные при обучении по программам магистратуры.	Знать: базовые основы молекулярной биологии, основные факты, концепции, принципы и теории, связанные с молекулярными процессами, происходящими в клетке
	Уметь: приобретать новые научные и профессиональные знания, используя современные образовательные и информационные технологии; способность осуществлять целенаправленный поиск информации в сети Интернет и других источниках
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): работы с оборудованием, используемым в исследованиях в области молекулярной биологии
ОПК-3 Способен использовать философские концепции естествознания и понимание современных биосферных процессов для системной оценки и прогноза развития сферы профессиональной деятельности	
ОПК-3.ИД1 Использует философские концепции естествознания для системной оценки и прогноза развития сферы профессиональной деятельности.	Знать: основы методологии научного познания
	Уметь: используя междисциплинарные системные связи наук, самостоятельно выделять и решать основные мировоззренческие и методологические естественнонаучные и социальные проблемы с целью планирования устойчивого развития
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): работы с оборудованием, используемым в исследованиях в области молекулярной биологии
ОПК-7 Способен в сфере своей профессиональной деятельности самостоятельно определять стратегию и проблематику исследований, принимать решения, в том числе инновационные, выбирать и модифицировать методы, отвечать за качество работ и внедрение их результатов, обеспечивать меры производственной безопасности при решении конкретной задачи.	

ОПК-7.ИД1 Определяет стратегию и проблематику исследований при работе над проектами в сфере профессиональной деятельности.	Знать: современные представления и подходы в молекулярной биологии
	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-7.ИД2 Выбирает и модифицирует методы под решение конкретных задач, осуществляя при этом контроль качества проводимых работ.	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-7.ИД3 Обеспечивает меры производственной безопасности при решении конкретных задач.	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
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	

УК-1.ИД1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними	Знать: Основные понятия и законы молекулярной биологии, основные методы и средства анализа в современной молекулярной биологии
	Уметь: Предложить адекватный, в том числе междисциплинарный, подход для поиска взаимосвязи между нарушениями в структуре и функционировании генов (генома) и патологическими процессам
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): использования современной аппаратуры и вычислительной техники для выбора стратегии при решении биотехнологических задач
УК-1.ИД2 Определяет пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, и проектирует процессы по их устранению	Знать: Основные понятия и законы молекулярной биологии, основные методы и средства анализа в современной молекулярной биологии
	Уметь: Изучать, анализировать, использовать биологические объекты и процессы для решения инновационных задач в изучаемой области
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): навыками выбора подходящих моделей и методов исследования проблемных ситуаций
УК-1.ИД3 Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подходов.	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)
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): владеть навыками изучения молекулярно-биологических процессов в клетке, опираясь на комплекс экспериментальных, естественнонаучных и статистических методов

Код и наименование компетенции	
Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)
ОПК-1 Способен использовать и применять фундаментальные биологические представления и современные методологические подходы для постановки и решения новых нестандартных задач в сфере профессиональной деятельности	
ОПК-1.ИД1 Использует фундаментальные биологические представления для постановки и решения новых нестандартных задач в сфере профессиональной деятельности.	Знать: базовые основы молекулярной биологии, основные факты, концепции, принципы и теории, связанные с молекулярными процессами, происходящими в клетке
	Уметь: пользоваться научной литературой, обобщать и систематизировать научную информацию, производить поиск необходимых сведений с помощью специализированных баз данных
	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
ОПК-1.ИД2 Использует современные методы для решения профессиональных задач.	Знать: основные методы молекулярной биологии и биоинформатического анализа
	Уметь: формулировать цели и задачи исследования, выбирать оптимальные пути и методы для их достижения в области молекулярной биологии
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): работы с оборудованием, используемым в исследованиях в области молекулярной биологии
ОПК-2 Способен творчески использовать в профессиональной деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин (модулей), определяющих направленность профессиональной деятельности	

ОПК-2.ИД1 Использует в профессиональной деятельности дисциплины, входящие в программу магистратуры.	Знать: основные методы молекулярной биологии
	Уметь: формулировать цели и задачи исследования, выбирать оптимальные пути и методы для их достижения в области молекулярной биологии
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): работы с оборудованием, используемым в исследованиях в области молекулярной биологии
ОПК-2.ИД2 Использует в своей работе практические навыки, полученные при обучении по программам магистратуры.	Знать: базовые основы молекулярной биологии, основные факты, концепции, принципы и теории, связанные с молекулярными процессами, происходящими в клетке
	Уметь: приобретать новые научные и профессиональные знания, используя современные образовательные и информационные технологии; способность осуществлять целенаправленный поиск информации в сети Интернет и других источниках
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): работы с оборудованием, используемым в исследованиях в области молекулярной биологии
ОПК-3 Способен использовать философские концепции естествознания и понимание современных биосферных процессов для системной оценки и прогноза развития сферы профессиональной деятельности	
ОПК-3.ИД1 Использует философские концепции естествознания для системной оценки и прогноза развития сферы профессиональной деятельности.	Знать: основы методологии научного познания
	Уметь: используя междисциплинарные системные связи наук, самостоятельно выделять и решать основные мировоззренческие и методологические естественнонаучные и социальные проблемы с целью планирования устойчивого развития
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): работы с оборудованием, используемым в исследованиях в области молекулярной биологии
ОПК-7 Способен в сфере своей профессиональной деятельности самостоятельно определять стратегию и проблематику исследований, принимать решения, в том числе инновационные, выбирать и модифицировать методы, отвечать за качество работ и внедрение их результатов, обеспечивать меры производственной безопасности при решении конкретной задачи.	

ОПК-7.ИД1 Определяет стратегию и проблематику исследований при работе над проектами в сфере профессиональной деятельности.	Знать: современные представления и подходы в молекулярной биологии
	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-7.ИД2 Выбирает и модифицирует методы под решение конкретных задач, осуществляя при этом контроль качества проводимых работ.	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-7.ИД3 Обеспечивает меры производственной безопасности при решении конкретных задач.	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
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	

УК-1.ИД1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними	Знать: Основные понятия и законы молекулярной биологии, основные методы и средства анализа в современной молекулярной биологии
	Уметь: Предложить адекватный, в том числе междисциплинарный, подход для поиска взаимосвязи между нарушениями в структуре и функционировании генов (генома) и патологическими процессам
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): использования современной аппаратуры и вычислительной техники для выбора стратегии при решении биотехнологических задач
УК-1.ИД2 Определяет пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, и проектирует процессы по их устранению	Знать: Основные понятия и законы молекулярной биологии, основные методы и средства анализа в современной молекулярной биологии
	Уметь: Изучать, анализировать, использовать биологические объекты и процессы для решения инновационных задач в изучаемой области
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): навыками выбора подходящих моделей и методов исследования проблемных ситуаций
УК-1.ИД3 Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подходов.	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)
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): владеть навыками изучения молекулярно-биологических процессов в клетке, опираясь на комплекс экспериментальных, естественнонаучных и статистических методов

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

Формы работы обучающихся / Виды учебных занятий / Формы промежуточной аттестации		Всего часов	Распределение часов по семестрам	
			1	2
Учебные занятия				
Контактная работа обучающихся с преподавателем в семестре (КРО), в т.ч.:		113	55	58
Лекционное занятие (ЛЗ)		20	10	10
Лабораторно-практическое занятие (ЛПЗ)		90	45	45
Коллоквиум (К)		3	0	3
Самостоятельная работа обучающихся в семестре (СРО), в т.ч.:		76	38	38
Подготовка к учебным аудиторным занятиям		38	19	19
Иные виды самостоятельной работы (в т.ч. выполнение практических задании проектного, творческого и др. типов)		38	19	19
Промежуточная аттестация:				
Контактная работа обучающихся в ходе промежуточной аттестации (КРПА), в т.ч.:		11	3	8
Зачет (З)*		3	3	0
Экзамен (Э)**		8	0	8
Самостоятельная работа обучающихся при подготовке к промежуточной аттестации (СРПА)**		24	0	24
Общая трудоемкость дисциплины (ОТД)	в часах: ОТД = КРО+СРО+КРПА+СРПА	224	96	128
	в зачетных единицах: ОТД (в часах): 32	7.00	3.00	4.00

* Время для проведения промежуточной аттестации в форме зачёта (защиты курсовой работы) выделяется в рамках контактной работы (ДВЗ) Проведение промежуточной аттестации в форме зачёта (защиты курсовой работы) организуется в соответствии с

расписанием занятий.

**** 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

1 семестр

№ п/п	Шифр компетенции	Наименование раздела (модуля), темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
Раздел 1. Нуклеиновые кислоты			
1	УК-1.ИД1, ОПК-1.ИД1, ОПК-1.ИД2, ОПК-2.ИД1, ОПК-2.ИД2, ОПК-7.ИД1, ОПК-7.ИД2, ОПК-7.ИД3, ОПК-3.ИД1	Тема 1. Структура нуклеиновых кислот (отличие ДНК и РНК)	Первичная структура нуклеиновых кислот. Нуклеотиды - мономеры нуклеиновых кислот. Пуриновые и пиримидиновые основания; кетонольная таутомерия. Сахарный компонент нуклеотида; С'2-эндо- и С'3-эндо-конфигурации пентоз. Нуклеозиды; N-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. 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. 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 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
Раздел 2. Структура хроматина. Геном.			
1	ОПК-1.ИД1, ОПК-1.ИД2, ОПК-2.ИД1, ОПК-2.ИД2, ОПК-7.ИД1, ОПК-7.ИД2, ОПК-7.ИД3, ОПК-3.ИД1	Тема 1. Структура хроматина. Геном.	Уровни организации хроматина. Понятие эу- и гетеро- хроматина. Структура нуклеосомы, гистоновые белки. Вариативные гистоны. Негистоновые белки. Доменно-петлевая структура. Архитектурные белки. 3-d геномика. Хромосомные Особенности организации геномов: прокариот (оперонная структура), архей, эукариот (мобильные элементы, транспозоны), вирусные геномы (ДНК, РНК – содержащие). Сравнение геномов. Горизонтальный перенос генов.
Раздел 3. Сохранение ДНК в ряду поколений и подходы к изучению ДНК			
1	ОПК-2.ИД1, ОПК-2.ИД2,	Тема 1. Репликация	Репликация ДНК – основа размножения живых организмов, передачи наследственных

ОПК-7.ИД1,
ОПК-7.ИД2,
ОПК-7.ИД3,
ОПК-3.ИД1,
ОПК-1.ИД1,
ОПК-1.ИД2

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. *ori* *C. 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». 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 H. 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.
2	ОПК-1.ИД1, ОПК-1.ИД2, ОПК-2.ИД1, ОПК-2.ИД2, ОПК-3.ИД1, ОПК-7.ИД1, ОПК-7.ИД2, ОПК-7.ИД3	Тема 2. Репарация ДНК	Типы повреждений ДНК. Прямая репарация. Суицидальные белки. Репарация по типу BER и NER, отличия в механизмах. Наследственные заболевания, связанные с мутациями в белках репарации. MisMatch репарация. Репарация двуцепочечных разрывов: нехомологичное соединение концов (NHEJ) и гомологичная рекомбинация (HR).
3	ОПК-1.ИД1, ОПК-1.ИД2, ОПК-2.ИД1, ОПК-2.ИД2, ОПК-7.ИД1, ОПК-7.ИД2, ОПК-7.ИД3, ОПК-3.ИД1	Тема 3. Рекомбинация Формирование Т и В-клеточных рецепторов	Обеспечение генетической изменчивости. Типы рекомбинации. Гомологичные молекулы ДНК. Гомологичная, или общая рекомбинация (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 <i>recA</i>). 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 распространенность 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.
--	--	--

2 семестр

№ п/п	Шифр компетенции	Наименование раздела (модуля), темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
Раздел 1. Транскрипция			
1	ОПК-1.ИД1, ОПК-1.ИД2, ОПК-2.ИД1,	Тема 1. Экспрессия генов	Транскрипция как основа регуляции экспрессии генов. Матричный синтез РНК. Стадии транскрипции: инициация, элонгация

ОПК-2.ИД2,
ОПК-7.ИД1,
ОПК-7.ИД2,
ОПК-7.ИД3,
ОПК-3.ИД1

и терминация. РНК-полимераза – основной фермент транскрипции. Синтез предшественников мРНК, рРНК, тРНК и малых ядерных РНК (мя РНК). Судьба РНК в клетках прокариот и эукариот. Транскрипция у эубактерий. Понятие оперонов и полицистронных мРНК. Строение РНК-полимеразы эубактерий. Понятия «полного» и «соге» фермента. Семейство сигма-субъединиц РНК-полимеразы прокариот. Промотор и терминатор транскрипции. Примеры регуляции активности генов с использованием набора сигма-субъединиц. Структура промоторов: области нуклеотидов (–35) и (–10). Структура терминаторов. Инициация транскрипции: этапы. Понятие абортного синтеза. Оперон как способ регуляции транскрипции. Примеры оперонов: оперон рРНК, опероны рибосомных белков и «лишние» гены в составе этих оперонов. Регуляция активности генов *E.coli*, утилизирующих лактозу. Лас-оперон *E.coli*. Схема Жакоба-Моно. Понятия «репрессор», «активатор», «оператор». Способы изменения активности репрессоров и активаторов. Примеры регуляции активности оперонов на стадии инициации. Факторы, действующие на значительном расстоянии. Сопряжение транскрипции и трансляции. Понятие «аттенюации». Элонгация: факторы элонгации. Понятие «паузы элонгации». Терминация: ρ -зависимая и ρ -независимая. Транскрипция у эукариот. Транскрипционная активность гетеро- и эухроматина. Созревание РНК и транспорт РНК из ядра в цитоплазму. РНК-полимеразы клеток эукариот. Функции РНК-полимераз I, II и III в клетке. Субъединичный состав РНК-полимераз I, II и III. Общие субъединицы. Промоторы РНК-полимеразы II.

			Типы промоторов, особенности их строения. Понятие: «основные факторы инициации» транскрипции. Основные факторы инициации транскрипции РНК-полимеразы II. Этапы инициации транскрипции на примере РНК-полимеразы II. Взаимодействие основных факторов транскрипции при инициации. Дополнительные факторы инициации, места связывания факторов транскрипции. Удаленные места связывания факторов. 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.
2	ОПК-1.ИД1, ОПК-1.ИД2, ОПК-2.ИД1, ОПК-2.ИД2, ОПК-7.ИД1, ОПК-7.ИД2, ОПК-7.ИД3, ОПК-3.ИД1	Тема 2. Процессинг первичных транскриптов. РНК-мир	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. Альтернативный сплайсинг. Экзон-интронное строение кодирующей области предшественника мРНК эукариот. Сплайсинг экзонов. Правило сплайсинга. Фенилкетонурия и талассемия как результат нарушения сплайсинга. Механизм сплайсинга с образованием лассо-интрона. 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. Экзон-интронное строение кодирующей области предшественника мРНК эукариот. Сплайсинг

экзонов. Правило сплайсинга. Фенилкетонурия и талассемия как результат нарушения сплайсинга. Механизм сплайсинга с образованием лассо-интрона. 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 мяРНК. 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. Трансплайсинг фрагментов РНК, синтезированных на разных генах. Минизконы трипаносом и нематод. Механизм трансплайсинга с участием Y-интермедиата. Редактирование РНК.

			Некоторые типы редактирования РНК. Разрезание и подравнивание рРНК и тРНК бактерий; участие рибозима. Процессинг рРНК эукариот - метилирование рибозы, образование рибонуклеопротеида, расщепление по концам спейсеров. Обнаружение интрона в 28S-рРНК инфузории; сплайсинг. Механизм самосплайсинга; интрон как рибозим. Созревание тРНК эукариот: процессинг как у прокариот, самосплайсинг. Посттранскрипционное изменение последовательности РНК. Системы дезаминирования цитозина и аденина у эукариот. Редактирование митохондриальных и хлоропластных транскриптов растений. Редактирование у трипаносоматид.
Раздел 2. Трансляция, структура белка, посттрансляционные модификации			
1	ОПК-1.ИД1, ОПК-1.ИД2, ОПК-2.ИД1, ОПК-2.ИД2, ОПК-7.ИД1, ОПК-7.ИД2, ОПК-7.ИД3, ОПК-3.ИД1	Тема 1. Генетический код. Трансляция.	Биосинтез белков как наиболее сложный и энергоемкий процесс реализации генетической информации, протекающий с высокой скоростью и точностью. Генетический код. Понятие кодона. Триплетность, вырожденность, неперекрываемость кода без запятых. Установление «универсального» кодового словаря (бактерии, цитоплазма эукариот). Терминаторные кодоны. Семьи кодонов. Различия между «универсальным» и митохондриальными генетическими кодами. Особенности митохондриального кода 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. Иницирующие 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	УК-1.ИД2, УК-1.ИД1, УК-1.ИД3, ОПК-1.ИД1, ОПК-1.ИД2, ОПК-2.ИД1, ОПК-2.ИД2, ОПК-3.ИД1, ОПК-7.ИД1, ОПК-7.ИД2, ОПК-7.ИД3	Тема 2. Трансляция. Посттрансляционные модификации.	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. Котрансляционные модификации белка: деформилирование, диметионилирование, отщепление N- концевой последовательности, 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	УК-1.ИД2, УК-1.ИД1, УК-1.ИД3, ОПК-1.ИД1, ОПК-1.ИД2, ОПК-2.ИД1, ОПК-2.ИД2, ОПК-7.ИД1,	Тема 1. Эпигенетика. Геномный импринтинг.	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

ОПК-7.ИД2,
ОПК-7.ИД3,
ОПК-3.ИД1

ДНК. Метилирование CpG-динуклеотидов, ДНК-метилтрансферазы. CpG-островки и их характеристики. Роль метилирования ДНК в регуляции биологических процессов. Механизмы инактивации гена в результате метилирования промоторного и регуляторных районов. Метилсвязывающие белки. Характеристики эу- и гетерохроматина. Гистоновые белки. Гистоновый код – набор модификаций N-концевых областей гистоновых белков, определяющий функциональное состояние гена. Лизиновые метилтрансферазы гистоновых белков. Метилирование гистонов H3 и H4 по остаткам лизина – основная модификация гетерохроматина при крупномасштабной репрессии транскрипции. Метилирование лизина H3K9 как сигнал долговременной негативной регуляции транскрипции. Триметилирование лизина H3K4 – глобальная эпигенетическая метка эухроматина. Метилирование лизина H3K79 - препятствие образования гетерохроматиновых районов. Ацетилирование и деацетилирование гистонов как регуляция активации/инактивации генов. Ацетилазы и деацетилазы гистоновых белков. Метилирование гистонов, опосредованное метилированием ДНК, и метилирование ДНК, опосредованное метилированием гистонов. Фенотипические проявления мутаций 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. Антисмысловые 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
--	--	--	---

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.

№ занятия п/п	Виды учебных занятий*	Период обучения (семестр). Порядковые номера и наименования разделов (модулей) (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
1 семестр									
Раздел 1. Нуклеиновые кислоты									
Тема 1. Структура нуклеиновых кислот (отличие ДНК и РНК)									
1	ЛЗ	Структура нуклеиновых кислот (отличие ДНК и РНК)	2	Д	1	1	1		
2	ЛПЗ	Выделение препарата нуклеиновых кислот из буккального эпителия	3	Т	1	1	1		1
3	ЛПЗ	ПЦР. Обратная транскрипция и ПЦР в реальном времени. Методы обсчета данных ПЦР в реальном времени	3	Д	1	1	1		1
Раздел 2. Структура хроматина. Геном.									
Тема 1. Структура хроматина. Геном.									
4	ЛЗ	Структура хроматина. Геном.	2	Д	1	1	1		1
5	ЛПЗ	Амплификация Alu-повторов, электрофорез в агарозном геле.	3	Т	1	1	1		1

6	ЛПЗ	Методы секвенирования. Подключение к серверу	3	Д	1	1	1		1
7	ЛПЗ	Метагеномы. Анализ метагеномных NGS данных секвенирования.	3	Д	1	1	1		1

Раздел 3. Сохранение ДНК в ряду поколений и подходы к изучению ДНК

Тема 1. Репликация

8	ЛЗ	Репликация	2	Д	1	1	1		1
9	ЛПЗ	Генная инженерия. Освоение программы SnapGene. Клонирование гена мишени: рестрикция, лигирование.	3	Т	1	1	1		1
10	ЛПЗ	Генная инженерия. Трансформация плазмидной ДНК клетки E.coli, приготовление компетентных клеток	3	Д	1	1	1		1
11	ЛПЗ	Генная инженерия. Выделение плазмидной ДНК. Рестриктивный анализ.	3	Т	1	1	1		1

Тема 2. Репарация ДНК

12	ЛЗ	Репарация ДНК	2	Д	1	1	1		1
----	----	---------------	---	---	---	---	---	--	---

Тема 3. Рекомбинация Формирование Т и В- клеточных рецепторов

13	ЛПЗ	Анализ репертуара Т-клеточных рецепторов - 1	3	Д	1	1	1		1
14	ЛПЗ	Анализ репертуара Т-клеточных рецепторов - 2	3	Т	1	1	1		1

15	ЛЗ	Рекомбинация Формирование Т и В- клеточных рецепторов	2	Д	1	1	1		1
16	ЛПЗ	Анализ репертуара В- клеточных рецепторов - 1	3	Д	1	1	1		1
17	ЛПЗ	Анализ репертуара В- клеточных рецепторов - 2	3	Т	1	1	1		1
18	ЛПЗ	Семинар по статьям - 1	3	Д	1	1	1		1
19	ЛПЗ	Семинар по статьям - 2	3	Д	1	1	1		1
20	ЛПЗ	Отчет по лабораторным занятиям. Обсуждение, полученных результатов	3	Т	1	1	1		1
		Всего в семестре	55		20	20	20		19
2 семестр									
Раздел 1. Транскрипция									
Тема 1. Экспрессия генов									
22	ЛЗ	Механизмы транскрипции прокариот	2	Д	1	1	1		1
23	ЛПЗ	Анализ данных RNA- seq. Дифференциальная экспрессия генов	3	Д	1	1	1		1
24	ЛПЗ	Анализ данных single- cell секвенирования	3	Т	1	1	1		1

25	ЛЗ	Механизмы транскрипции эукариот. Процессинг продуктов транскрипции. РНК-мир	2	Д	1	1	1		1
Тема 2. Процессинг первичных транскриптов. РНК-мир									
26	ЛПЗ	Анализ данных single-cell секвенирования	3	Т	1	1	1		1
Раздел 2. Трансляция, структура белка, посттрансляционные модификации									
Тема 1. Генетический код. Трансляция.									
27	ЛПЗ	Структура белка. Использование компьютерных методов в анализе белковых последовательностей	3	Д	1	1	1		1
28	ЛЗ	Генетический код. Трансляция.	2	Д	1	1	1		1
29	ЛПЗ	Методы очистки белков. Выделение иммуноглобулинов с помощью аффинной хроматографии на протеин А сефарозе	3	Т	1	1	1		1
Тема 2. Трансляция. Посттрансляционные модификации.									
30	ЛПЗ	Структура белка. Использование компьютерных методов в анализе белковых последовательностей	3	Д	1	1	1		1
31	ЛЗ	Трансляция. Посттрансляционные модификации.	2	Д	1	1	1		1

32	ЛПЗ	Методы очистки белков. Выделение иммуноглобулинов с помощью аффинной хроматографии на протеин А сефарозе.	3	Т	1	1	1		1
Раздел 3. Механизмы реализации генетической информации на уровне генома									
Тема 1. Эпигенетика. Геномный импринтинг.									
33	ЛЗ	Эпигенетика. Геномный импринтинг.	2	Д	1	1	1		1
34	ЛПЗ	Методы молекулярной биологии для решения вопросов медицины (иммунология, онкология, аутоиммунные заболевания и тп.)	3	Д	1	1	1		1
35	ЛПЗ	Получение метагеномной библиотеки фрагментов гена 16S рРНК для NGS секвенирования	3	Д	1	1	1		1
36	ЛПЗ	Получение метагеномной библиотеки фрагментов гена 16S рРНК для NGS секвенирования	3	Т	1	1	1		1
37	ЛПЗ	Получение метагеномной библиотеки фрагментов гена 16S рРНК для NGS секвенирования	3	Д	1	1	1		1

38	ЛПЗ	Анализ полученных данных	3	Д	1	1	1		1
39	ЛПЗ	Отчет по практическим занятиям	3	Т	1	1	1		1
40	ЛПЗ	Семинар по статьям	3	Д	1	1	1		1
41	ЛПЗ	Семинар по статьям	3	Д	1	1	1		1
42	К	Коллоквиум по разделам 4-6	3	Р	1	1	1	1	1
		Всего в семестре	58		21	21	21	1	21
		Всего по дисциплине (модулю)	113		41	41	41	1	40

(*, **, *** 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		+	

Типы контроля (ТК)

Типы контроля	Сокращенное наименование
Контроль присутствия	КП
Опрос устный	ОУ
Опрос письменный	ОП
Опрос комбинированный	ОК
Проверка лабораторной работы	ЛР

5. Промежуточная аттестация обучающихся по дисциплине (модулю)

Оценочные средства промежуточной аттестации

5.1. Формы проведения промежуточной аттестации

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации****	Форма организации промежуточной аттестации
1	2	3
1 семестр	Зачет	Контроль присутствия, Опрос устный, Опрос письменный
2 семестр	Экзамен	Контроль присутствия, Опрос устный, Опрос письменный, Проверка лабораторной работы

Условные обозначения ****

Формы проведения промежуточной аттестации	Сокращённое наименование	
Зачет	Зачет	З
Защита курсовой работы	Защита курсовой работы	ЗКР
Экзамен	Экзамен	Э

5.2 Критерии выставления оценок

Критерии выставления оценок при прохождении промежуточной аттестации в форме зачета

1 семестр

Шкала оценивания /Оценка	Критерии выставления оценок
--------------------------	-----------------------------

«зачтено»	Обучающийся владеет базовым теоретическим материалом в рамках программы; умеет применять знания на практике, решая типовые задачи; способен ответить на дополнительные вопросы преподавателя без грубых фактических ошибок; обучающимся выполнены все обязательные практические, лабораторные или курсовые работы (реферат); не имеет задолженностей по промежуточным опросам, которые предусмотрены тематическим планом
«не зачтено»	Обучающийся не владеет базовым теоретическим материалом в рамках программы; обучающийся имеет задолженности по практическим, лабораторным или курсовым работам (реферат); имеет задолженности по промежуточным опросам, которые предусмотрены тематическим планом

Критерии выставления оценок при прохождении промежуточной аттестации в форме экзамена

2 семестр

Шкала оценивания /Оценка	Критерии выставления оценок
«неудовлетворительно»	Обучающийся демонстрирует отсутствие знаний значительной части материала, предусмотренного программой дисциплины; базовые понятия не усвоены; обучающийся не может ответить материал экзаменационного билета, допускает принципиальные ошибки в базовых определениях или грубые ошибки, искажающие суть дисциплины
«хорошо»	Обучающийся демонстрирует твердое знание материала, предусмотренного программой дисциплины; ответы обучающегося правильные и структурированные, но допускаются небольшие неточности или не принципиальные ошибки, которые обучающийся исправляет сам или с минимальной помощью экзаменатора
«удовлетворительно»	Обучающийся демонстрирует только базовое знание материала, предусмотренного программой дисциплины; обучающийся отвечает неуверенно, отсутствует четкое понимание деталей, присутствуют логические разрывы, грубые ошибки и для раскрытия сути билета требуются наводящие вопросы экзаменатора

«отлично»	Обучающийся демонстрирует глубокое и систематизированное знание материала, предусмотренного программой дисциплины; четкое понимание сущности рассматриваемых процессов, явлений и концепций, умение применять теорию на практике; ответы обучающегося логичны, последовательны, без ошибок и наводящих вопросов преподавателя; обучающийся свободно оперирует терминологией
------------------	--

6. Структура рейтинга по дисциплине (модулю)

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

1 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 устный	ОУ	4	48	В	Т	12	8	4
		Опрос письменный	ОП	4	48	В	Т	12	8	4
		Проверка лабораторной работы	ЛР	5	60	В	Т	12	8	4
Коллоквиум	К	Опрос комбинированный	ОК	0	0	В	Р	701	467	234
Сумма баллов по дисциплине за семестр					156					

2 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 устный	ОУ	4	48	В	Т	12	8	4
		Опрос письменный	ОП	4	48	В	Т	12	8	4
		Проверка лабораторной работы	ЛР	4	48	В	Т	12	8	4

Коллоквиум	К	Опрос комбинированный	ОК	1	701	В	Р	701	467	234
Сумма баллов по дисциплине за семестр					845					

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

1 семестр

Шкала оценивания /Оценка	Критерии выставления оценки
«зачтено»	Рейтинговый балл — не менее 60 % (не менее 94 баллов) и Получение оценки не ниже «удовлетворительно» за прохождение каждого текущего рубежного контроля в семестре
«не зачтено»	Рейтинговый балл — менее 60 % (менее 94 баллов) и/или Получение оценки ниже «удовлетворительно» за прохождение хотя бы одного текущего рубежного контроля в семестре или не прохождение рубежного контроля

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)

2 семестр

Шкала оценивания /Оценка	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 (модулю)

1 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. Двухнаправленный 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 рекомбинация без гомологии: транспозиция и незаконная

2 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 рестрикции-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.

Экзаменационный билет 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 Б.1.О.05 «Молекулярная биология»

по программе магистратуры

по направлению подготовки

«06.04.01 Биология»

направленность (профиль)

«Медицинская биоинформатика»

1. Основные принципы репликации ДНК

2. Участие молекулярных шаперонов в сборке белков. Общая характеристика,
функциональное
значение.

Заведующий кафедрой Кафедра молекулярной биологии и медицинской биотехнологии
МБФ Прохорчук Е. Б.

8. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины (модуля)

Методические указания для подготовки к занятиям лекционного типа

внимательно прочитать материал предыдущей лекции

Методические указания для подготовки к занятиям лекционного типа

ознакомиться с учебным материалом по учебнику, учебным пособиям, а также электронным образовательным ресурсам с темой прочитанной лекции

Методические указания для подготовки к занятиям лекционного типа

внести дополнения к полученным ранее знаниям по теме лекции на полях лекционной тетради

Методические указания для подготовки к занятиям лекционного типа

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

Методические указания для подготовки к занятиям лабораторно-практического типа

внимательно изучить теоретический материал по конспекту лекции, учебникам, учебным пособиям, а также электронным образовательным ресурсам

Методические указания для подготовки к занятиям лабораторно-практического типа

выполнить письменную работу, если данное задание предусмотрено по дисциплине

Методические указания для подготовки к занятиям лабораторно-практического типа

тщательно изучить и законспектировать методики проведения экспериментов

Методические указания для подготовки к занятиям лабораторно-практического типа

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 к зачету

изучить учебный материал по всем темам и (или) разделам дисциплины в семестре

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)

Методические указания для самостоятельной работы студентов (СРС)

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

Методические указания для самостоятельной работы студентов (СРС)

решение ситуационных задач и тестовых заданий

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	Философия и история генетики: поиски и дискуссии, Фролов И. Т., 2024 - 2025	Нуклеиновые кислоты	1	

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

1. Российская государственная библиотека <https://www.rsl.ru/>
2. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru/>
3. Биомолекула – научно-популярное интернет-издание - <https://biomolecula.ru/>
4. Полнотекстовая коллекция ведущих журналов по биомедицинским исследованиям «Pub Med» <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>
5. EMBL (European Molecular Biology Laboratory) - Европейская молекулярно биологическая лаборатория - <http://www.embl.org/>
6. PDB (Protein Data Bank) банк данных трёхмерных структур белков и нуклеиновых 30 кислот - <http://www.rcsb.org>
7. CATH (Class, Architecture, Topology, Homology) - иерархическая классификация структур белковых доменов - <https://www.cathdb.info/>
8. SCOP (Structural Classification of Proteins) - структурная классификация белков - <http://scop.mrc-lmb.cam.ac.uk/scop>
9. Полнотекстовая база и обучающие материалы журнала The New England Journal of Medicine <https://www.nejm.org/>
10. Платформа Nature <https://www.nature.com/siteindex>
11. Электронная платформа для поиска и загрузки полнотекстовых статей, опубликованных в зарубежных научных журналах открытого доступа Global eJournals Library <http://www.gejlibrary.com/>
12. База рефератов и полных текстов научных статей PNAS Online <https://www.pnas.org/>
13. Аналитическая и цитатная база данных журнальных статей компании Thomson Reuters «Web of Science» <https://clarivate.com/>

9.3. 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. Google Chrome, www.google.ru/intl/ru/chrom/browser/privacy/eula_text.html, (32 шт.), срок действия лицензии: бессрочно
4. MS Office (Excel)
5. MS Office (Power Point)
6. Microsoft Office (Word)
7. Mozilla Firefox, Mozilla Public License, www.Mozilla.org/MPL/2.0, (32 шт.), срок действия лицензии: бессрочно
8. Statistica
9. Adobe Reader, get.adobe.com/ru/reader/otherversions, (32 шт.), срок действия лицензии: бессрочно;

9.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

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

Электронная информационно-образовательная среда университета обеспечивает:

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

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

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
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	Стулья , Столы , Секвенатор с оборудованием для проведения генетических исследований , Лабораторная посуда , Амплификатор ПЦР , Дозаторы пипеточные на 2, 10, 200, 1000 мкл
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.

