

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)**

Медико-биологический факультет

«УТВЕРЖДАЮ»

**Декан медико-биологического факультета
д-р биол. наук, проф.
_____ Е.Б. Прохорчук**

«29» августа 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б.1.О.31 МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ И ГЕНЕТИКА

**для образовательной программы высшего образования -
программы специалитета
по специальности**

30.05.02 Медицинская биофизика

Москва 2022 г.

Настоящая рабочая программа дисциплины Б.1.О.31 «Молекулярная биология и генетика» (Далее – рабочая программа дисциплины), является частью программы специалитета по специальности 30.05.02 Медицинская биофизика

Направленность (профиль) образовательной программы: Медицинская биофизика
Форма обучения: очная.

Рабочая программа дисциплины подготовлена на кафедре общей патологии медико-биологического факультета (далее – кафедра) ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России авторским коллективом под руководством Прохорчука Е.Б., доктора биологических наук, член-корреспондента РАН.

Составители:

| № п.п. | Фамилия, Имя, Отчество | Ученая степень, ученое звание | Занимаемая должность | Основное место работы | Подпись |
|--------|-----------------------------|-------------------------------|---|---|---------|
| 1. | Мельникова Лариса Сергеевна | Д-р биол. наук | Профессор кафедры молекулярной биологии и медицинской биотехнологии МБФ | ФГБУН Институт биологии гена Российской академии наук (ИБГ РАН) | |
| 2. | Головнин Антон Клеменович | Д-р биол. наук, профессор РАН | Профессор кафедры молекулярной биологии и медицинской биотехнологии МБФ | ФГБУН Институт биологии гена Российской академии наук (ИБГ РАН) | |
| 3. | Скамров Андрей Викторович | Канд. биол. наук | Доцент кафедры молекулярной биологии и медицинской биотехнологии МБФ | ФГБУ «НМИЦК им. ак. Е.И. Чазова» Минздрава России | |
| 4. | Титов Борис Васильевич | Канд. биол. наук | Доцент кафедры молекулярной биологии и медицинской биотехнологии МБФ | ФГБУ «НМИЦК им. ак. Е.И. Чазова» Минздрава России | |

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры (Протокол № 10 от «27» июня 2022 г.).

Рабочая программа дисциплины рекомендована к утверждению рецензентами:

| № п.п. | Фамилия, Имя, Отчество | Ученая степень, ученое звание | Занимаемая должность | Основное место работы | Подпись |
|--------|----------------------------|--|---|--|---------|
| 1. | Чудаков Дмитрий Михайлович | Д-р мед. наук, проф., член-корреспондент РАН | И.о. директора НИИ трансляционной медицины зав. отделом | НИИ трансляционной медицины ФГАОУ ВО РНИМУ | |

| | | | | | |
|--|--|--|-------------------------|------------------------------------|--|
| | | | молекулярных технологий | им. Н.И. Пирогова Минздрава России | |
|--|--|--|-------------------------|------------------------------------|--|

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена советом медико-биологического факультета, протокол № 1 от «29» августа 2022 г.

Нормативно-правовые основы разработки и реализации рабочей программы дисциплины:

1) Образовательный стандарт высшего образования по специальности 30.05.02 Медицинская биофизика, утвержденный приказом ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России от 29.05.2020 № 365 рук.

2) Общая характеристика образовательной программы.

3) Учебный план образовательной программы.

4) Устав и локальные акты Университета.

1. Общие положения

1.1. Цель и задачи освоения дисциплины

1.1.1. Целью освоения дисциплины является:

- ознакомление с основными этапами развития и современным состоянием наук «Молекулярная биология» и «Генетика»;
- формирование знаний о фундаментальных понятиях молекулярной биологии и генетики;
- формирование навыков анализа медико-биологических социально-значимых проблем с точки зрения лежащих в их основе молекулярных процессов;
- обучение студентов использованию на практике методов молекулярно-биологических исследований;
- выявление тесной связи молекулярной биологии и генетики с другими медицинскими дисциплинами, практическим здравоохранением;
- формирование современного естественно-научного мировоззрения на основе знания механизмов передачи и реализации генетической информации;

1.1.2. Задачи, решаемые в ходе освоения программы дисциплины:

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

1.2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Молекулярная биология и генетика» изучается в шестом и седьмом семестрах и относится к обязательной части Блока Б1 Дисциплины. Является обязательной дисциплиной.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 з.е.

Для успешного освоения настоящей дисциплины обучающиеся должны освоить следующие дисциплины: Биология, Иностранный язык, Органическая химия, Неорганическая химия, Физическая химия, Биохимия, Микробиология, Вирусология.

Знания, умения и опыт практический деятельности, приобретенные при освоении настоящей дисциплины, необходимы для успешного освоения следующих дисциплин: Иммунология, Биоинформатика, Медицинские нанобиотехнологии, Медицинская генетика, Клиническая лабораторная диагностика, а также прохождения практик: Практика по клеточной биологии, Практика по созданию животных моделей, Практика по иммунологии, Преддипломная, НИР.

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

6 семестр.

| Код и наименование индикатора компетенции | | Код и наименование компетенции | |
|--|---|--|--|
| наименование достижения | | Планируемые результаты освоения дисциплины (уровень сформированности индикатора (компетенции)) | |
| Общепрофессиональные компетенции | | | |
| 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 процессами | |
| | Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): | Владеть навыками выбора подходящих моделей и методов исследования проблемных ситуаций | |
| Общепрофессиональные компетенции | | | |
| ОПК-1. Способен использовать и применять фундаментальные и прикладные медицинские, естественнонаучные знания для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности | | | |
| ОПК-1.ИД3 - Применяет фундаментальные естественнонаучные знания для решения профессиональных задач. | Знать: | Структуру макромолекул, принципы и механизмы их воспроизведения, сохранения и функционирования | |
| | Уметь: | Анализировать молекулярно-биологические процессы на основе знания принципов и механизмов функционирования важнейших макромолекул | |
| | Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): | Владеть навыками анализа и синтеза данных в области молекулярной биологии | |
| ОПК-1.ИД4 - Применяет прикладные естественнонаучные знания для решения профессиональных задач. | Знать: | Основные понятия и принципы молекулярной биологии | |
| | Уметь: | Воспроизводить основные молекулярно-биологические методы исследования для решения задач медико-биологических исследований | |
| | Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): | Владеть методическими навыками для изучения природы и механизмов молекулярно-биологических процессов | |
| ОПК-3. Способен использовать специализированное диагностическое и лечебное оборудование, применять медицинские изделия, лекарственные средства, клеточные продукты | | | |

| | | |
|---|--|---|
| и генно-инженерные технологии, предусмотренные ОПК-3.ИД1 - Применяет диагностическое оборудование для решения профессиональных задач. | Знать: Уметь: | порядками оказания медицинской помощи Правила техники безопасности при работе в лаборатории. Методы оценки точности и калибровки лабораторного оборудования. |
| ОПК-3.ИД3 - Использует медицинские изделия, лекарственные средства, клеточные продукты и генно-инженерные технологии в медицинских и научных исследованиях. | Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): Знать: Уметь: Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): | Использовать различное лабораторное оборудование для решения экспериментальных задач. Оценивать результаты измерения и погрешности. Навыками работы с лабораторным оборудованием: центрифугой, камерой для горизонтального электрофореза, источником тока, дозаторами различного объема, амплификатором ДНК, термостатами, весами аналитическими, трансиллюминатором, спектрофотометром, термошейкером. Основные принципы создания генно-инженерных продуктов (рекомбинантных молекул ДНК и белков). выбирать адекватные генно-инженерные технологии для решения фундаментальных и практических задач в области молекулярной биологии и молекулярной медицины Навыками работы с нуклеиновыми кислотами, эндонуклеазами рестрикции, ферментами модификации ДНК, компетентными клетками, рекомбинантными клонами. |
| ПК-3. Способен проводить научные исследования в области медицины и биологии ПК-3.ИД1 - Собирает и обрабатывает научную и научно-техническую информацию, в результате чего формулирует проверяемые гипотезы в области медицины и биологии. | Знать: Уметь: Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): | в области медицины и биологии Основные виды научной, научно-практической и аналитической информации в области молекулярной биологии и молекулярной медицины Пользоваться базами данных PubMed и общенаучных интернет-ресурсов. 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. |
| ПК-3.ИД2 – Проводит исследования, наблюдения, эксперименты, измерения для проверки гипотез в области медицины и биологии. | Знать: Уметь: Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): | Основные направления научных исследований в молекулярной биологии и молекулярной медицине Формулировать задачи исследований в области молекулярной биологии и молекулярной медицины Навыками детального и поэтапного планирования исследования, документирования и анализа полученных результатов. |
| ПК-3.ИД3 - Формулирует выводы по итогам исследований, наблюдений, экспериментов, измерений в области медицины и биологии. | Знать: Уметь: Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): | Основы системного подхода для изучения молекулярно-биологических процессов, проходящих в клетке Обобщать собственные экспериментальные результаты, формулировать новые идеи и выводы, генерировать гипотезы, объясняющие природу и механизмы молекулярно-биологических процессов 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 (уровень сформированности индикатора (компетенции))

Общепрофессиональные компетенции

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 процессами |
| | Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): | Владеть навыками выбора подходящих моделей и методов исследования проблемных ситуаций |

Общепрофессиональные компетенции

ОПК-1. Способен использовать и применять фундаментальные и прикладные медицинские, естественнонаучные знания для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности

| | | |
|---|---|--|
| ОПК-1.ИД3 - Применяет фундаментальные естественнонаучные знания для решения профессиональных задач. | Знать: | современные представления о структуре геномов, генов, макромолекул, принципах и механизмах их воспроизведения, сохранения и функционирования; основные процессы межмолекулярных взаимодействий и их роль в функционировании живых систем |
| | Уметь: | анализировать медико-биологические социально-значимые проблемы с точки зрения лежащих в их основе молекулярно-генетических процессов |
| | Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): | выбора адекватных методов для решения фундаментальных и практических задач в области молекулярной биологии и молекулярной медицины |
| ОПК-1.ИД4 - Применяет прикладные естественнонаучные знания для решения профессиональных задач. | Знать: | основные понятия и принципы молекулярной биологии, лежащие в основе молекулярной диагностики и геной инженерии |
| | Уметь: | выбирать адекватные молекулярно-генетические методы для решения фундаментальных и диагностических задач |
| | Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): | владеть методическими навыками для изучения природы и механизмов молекулярно-биологических процессов |

ОПК-3. Способен использовать специализированное диагностическое и лечебное оборудование, применять медицинские изделия, лекарственные средства, клеточные продукты и генно-инженерные технологии, предусмотренные порядками оказания медицинской помощи

| | | |
|---|---|---|
| ОПК-3.ИД1 - Применяет диагностическое оборудование для решения профессиональных задач. | Знать: | Правила техники безопасности при работе в лаборатории. Методы оценки точности и калибровки лабораторного оборудования. |
| | Уметь: | Использовать подходящее лабораторное оборудование для решения экспериментальных задач. Оценивать результаты измерения и погрешности. |
| | Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): | Навыками работы с лабораторным и диагностическим оборудованием |
| ОПК-3.ИД3 – Использует медицинские изделия, лекарственные средства, клеточные продукты и генно-инженерные | Знать: | основные принципы создания гено-инженерных продуктов (рекомбинантных молекул ДНК и белков). |
| | Уметь: | выбирать адекватные гено-инженерные технологии для решения фундаментальных и практических задач в области молекулярной биологии и молекулярной медицины |

| | | |
|---|---|---|
| технологии в медицинских и научных исследованиях. | Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): | разработки стратегии клонирования генов и получения рекомбинантных белков в штаммах-продуцентах |
| ПК-3. Способен проводить научные исследования в области медицины и биологии | | |
| ПК-3.ИД1 – Собирает и обрабатывает научную и научно-техническую информацию, в результате чего формулирует проверяемые гипотезы в области медицины и биологии. | Знать: | Основные виды научной, научно-практической и аналитической информации в области молекулярной биологии и молекулярной медицины |
| | Уметь: | приобретать новые знания в области молекулярной биологии и биотехнологии, используя современные информационные технологии |
| | 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. |
| ПК-3.ИД2 – Проводит исследования, наблюдения, эксперименты, измерения для проверки гипотез в области медицины и биологии. | Знать: | принципы работы современной исследовательской аппаратуры, основные компьютерные программы и базы данных. |
| | Уметь: | Формулировать задачи исследований в области молекулярной биологии и молекулярной медицины |
| | Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): | Навыками детального и поэтапного планирования исследования, документирования и анализа полученных результатов. |
| ПК-3.ИД3 - Формулирует выводы по итогам исследований, наблюдений, экспериментов, измерений в области медицины и биологии. | Знать: | Основы системного подхода для изучения молекулярно-биологических процессов, проходящих в клетке |
| | Уметь: | Обобщать собственные экспериментальные результаты, формулировать новые идеи и выводы, генерировать гипотезы, объясняющие природу и механизмы молекулярно-биологических процессов |
| | Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): | Владеть навыками изучения молекулярно-биологических процессов в клетке, опираясь на комплекс экспериментальных, естественнонаучных и статистических методов. |

3. Содержание дисциплины

3.1. Содержание разделов, тем дисциплины

| № п/п | Шифр компетенции | Наименование раздела, темы дисциплины | Содержание раздела и темы в дидактических единицах |
|---|--|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Раздел 1. . Введение в предмет. Задачи и основные этапы развития молекулярной биологии и генетики. Современное состояние науки | | | |
| 1. | УК-1.ИД1 ОПК-1.ИД3 ПК-3.ИД1 ПК-3.ИД3 | Тема 1. История развития генетики и молекулярной биологии. Основные законы генетики. Взаимосвязь генетики и молекулярной биологии | Открытие основных законов генетики: предшественники Менделя, основные заслуги Менделя, его законы. Парадокс Менделя. Вторичное открытие законов Менделя. Начало бурного развития менделизма. Основные типы взаимодействия генов (комплементарность, эпистаз, полимерия, плейотропия, энхансерные и супрессорные гены). Закон Харди-Вайнберга. Хромосомная теория наследственности как фундаментальное объединение до сих пор разрозненных дисциплин: цитологии и генетики. Дрозофила как основной модельный организм для открытия основных законов современной генетики: Морган и его ученики. Сцепленное с полом наследование, группа сцепления, кроссинговер, линейное расположение генов, интерференция, генетические карты, политенные хромосомы. Митотическая и мейотическая рекомбинация. Пенетрантность и экспрессивность. Хромосомные перестройки: инверсии, делеции, транслокации, транспозиции. Прологомены молекулярной биологии – концепция матрицы Кольцова (и Колли). Классификация мутаций. Бактериальная трансформация (Гриффитс). Зеленая тетрадь (1935) и квантование гена – теория мишени, размер гена: Тимофеев-Рессовский, Циммер, Дельбрюк – биология становится молекулярной. От дрозофилы к нейростере – зарождение биохимической генетики, один ген – один фермент (Бидл и Татум). Индуцированный химический мутагенез – управление получением искусственных мутаций – основной инструмент экспериментальной молекулярной генетики. |
| Раздел 2. Структура, свойства и функции нуклеиновых кислот | | | |
| 2. | УК-1.ИД1 ОПК-1.ИД3 ОПК-1.ИД4 ОПК-3.ИД1 ОПК-3.ИД3 ПК-3.ИД1 ПК-3.ИД2 ПК-3.ИД3 | Тема 2. От нуклеотидов к геномам: структура и функции нуклеиновых кислот | Центральная догма молекулярной биологии. Опыты Мишера. Эксперимент Гриффита. Эксперимент Эвери, Маклеода и Маккарти. Эксперимент Херши и Чейз. Правила Чаргаффа и определение структуры двойной спирали ДНК. Нуклеозиды и нуклеотиды. Большая и малая бороздки двойной спирали ДНК, взаимодействия с белками. А-, В-, Z-форма ДНК. Неканоническое спаривание оснований и неканонические структуры в ДНК. Плавление и суперспирализация ДНК. Топоизомеразы. Хатимодзи-ДНК и синтетическая геномика. Структура РНК. РНК-связывающие белки. Модификации РНК. Функции РНК в клетке. Методы выделения и очистки нуклеиновых кислот. Экстракция НК с помощью органических растворителей. Твердофазные методы выделения НК. |

| | | | |
|----|--|---|--|
| | | | Выделение ДНК из парафиновых блоков. Выделение плазмидной ДНК. Определение количественных и качественных характеристик нуклеиновых кислот. Измерение концентрации ДНК и РНК. Оценка чистоты препарата нуклеиновых кислот. Электрофорез нуклеиновых кислот. |
| 3. | УК-1.ИД1 ОПК-1.ИД3 ОПК-1.ИД4 ОПК-3.ИД1 ОПК-3.ИД3 ПК-3.ИД1 ПК-3.ИД2 ПК-3.ИД3 | Тема 3. Репликация ДНК | <p>Три возможных сценария репликации. Эксперимент Мезельсона и Сталя. Структура ДНК-полимераз. Основные ДНК-полимеразы кишечной палочки. Структура PolIII. Точность и процессивность ДНК-полимераз. Строение прокариотической реплисомы. Инициация репликации у прокариот, регуляция инициации. Прерывистый характер синтеза на отстающей цепи и фрагменты Оказаки. Терминация репликации. Эукариотический ориджин. Активация ориджина и предотвращение повторной активации. Эукариотическая реплисома и процессинг фрагментов Оказаки у эукариот. Репликоны и фокусы репликации. Структура теломер и теломеразы.</p> <p>Полимеразная цепная реакция (ПЦР). Общие сведения о ПЦР. Области применения. Основные параметры реакции. Компоненты и условия проведения реакции. Оптимизация условий ПЦР. Термостабильные ДНК-полимеразы. Различные виды ПЦР. Электрофорез ПЦР-продуктов</p> |
| 4. | УК-1.ИД1 ОПК-1.ИД3 ПК-3.ИД1 ПК-3.ИД3 | Тема 4. Механизмы регуляции поведения клеток. Клеточный цикл. | <p>Сигнальные каскады. Принципы передачи сигнала в клетке. Киназы и фосфатазы. Ростовые факторы и их рецепторы. MAPK сигнальный каскад. ГТФ-фаза семейства Ras. Клеточный цикл. Принципы клеточного цикла у прокариот и эукариот. Регуляция клеточного цикла у эукариот. Регуляция входа в клеточный цикл: Циклин D и индукция клеточного цикла в клетке. Циклины и циклин-зависимые киназы. Контрольные точки. Белки-ингибиторы циклин-зависимых киназ. Протеолитическая деградация в клеточном цикле. Регуляция входа в репликацию. Регуляция репликации. Регуляция входа в митоз. Митоз. Нарушения клеточного цикла в болезнях, в т.ч. в онкологических нарушениях. Метод исследования клеточного цикла: проточная цитофлуорометрия.</p> |
| 5. | УК-1.ИД1 ОПК-1.ИД3 ОПК-1.ИД4 ОПК-3.ИД1 ОПК-3.ИД3 ПК-3.ИД1 ПК-3.ИД2 ПК-3.ИД3 | Тема 5. Репарация ДНК. | <p>Причины повреждений ДНК. Классификация повреждений ДНК. Стратегии коррекции повреждений. Удаление циклобутановых димеров. Удаление метильной группы из позиции O6 гуанина. Эксцизия оснований и эксцизия нуклеотидов. ДНК-гликозилазы. Система UvrA/B/C/D кишечной палочки. Исправление ошибок репликации, структура MutS. Обход препятствия в ДНК посредством смены матричных цепей. SOS-репарация. Репарация двунитевых разрывов посредством гомологичной рекомбинации и негомологичного соединения концов ДНК.</p> <p>Система рестрикции-модификации у эубактерий. Ее значение для уничтожения чужеродной ДНК. S-аденозилметионин – донор метильных групп. Системы рестрикции трех типов. Метилазы и рестриктазы типа II – отдельные ферменты. Узнавание и разрезание рестриктазами типа II коротких специфических (обычно полиндромных) последовательностей (4-6 пар оснований) с</p> |

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|---|
| | | | образованием “липких” или “тупых” концов. Бифункциональные ферменты типа III и I; их ассиметричные участки узнавания. Различия их участков разрезания по степени удаленности от участка узнавания. Взаимоисключающие реакции рестрикции-метилования у ферментов типа I: АТФ и S-аденозилметионин как альтернативные субстраты или эффекторы. Борьба бактериофагов с системами рестрикции хозяина. |
| 6. | УК-1.ИД1 ОПК-1.ИД3 ПК-3.ИД1 ПК-3.ИД3 | Тема 6. Генетическая рекомбинация | Биологическая роль рекомбинации. Модель Холлидея и понятие кроссинговера. Рекомбинация в клетках кишечной палочки и RecBCD путь. Роль главного рекомбинационного белка Rec A. Генная конверсия. Сайт-специфическая рекомбинация. Интеграция вирусных геномов. Инверсии в геноме. Перемещения мобильных элементов. Транспозоны и транспозазы. Нерепликативная транспозиция. Репликативная транспозиция. Ретротранспозоны. LINE- и – SINE-элементы. Биологическое значение подвижных генетических элементов. |
| Раздел 3. Основы регуляции экспрессии генов | | | |
| 7. | УК-1.ИД1 ОПК-1.ИД3 ПК-3.ИД1 ПК-3.ИД3 | Тема 7. Транскрипция у прокариот | РНК-полимераза прокариот, ее субъединичная и трехмерная структуры. Разнообразие сигма-факторов. Промотор генов прокариот, его структурные элементы: последовательности –10 (Прибнов-бокс) и –35. Стадии транскрипционного цикла. Инициация, образование “открытого комплекса”, элонгация и терминация транскрипции. Rho-зависимая и rho-независимая терминация. Атенуация транскрипции. Понятие оперона. Регуляция экспрессии триптофанового оперона. Лактозный оперон. CAP-белок. Регуляция транскрипции в развитии фага лямбда. Принципы узнавания ДНК регуляторными белками (CAP-белок и репрессор фага лямбда). “Рибопереключатели”. |
| 8. | УК-1.ИД1 ОПК-1.ИД3 ОПК-1.ИД4 ОПК-3.ИД1 ОПК-3.ИД3 ПК-3.ИД1 ПК-3.ИД2 ПК-3.ИД3 | Тема 8. Транскрипция у эукариот | РНК-полимеразы I, II и III эукариот. Участие разных полимераз в транскрипции разных клеточных РНК. Чувствительность полимераз к α-аманитину. Открытая и закрытая конформации РНК-полимеразы и их роль в стабилизации связи фермента с ДНК-матрицей. “Модули” промоторов полимеразы II у эукариот. Базальная транскрипция и общие факторы транскрипции. TBP и TAF факторы. Узнавание ДНК фактором TBP. Базальные транскрипционные факторы TFIIA, TFIIB, TFIIF, TFIIE. Энзиматические активности базального фактора TFIIN. Сборка преинициаторного комплекса на промоторе. Особая роль TAF в преинициаторном комплексе на промоторах, не содержащих ТАТА-бокс. Ковалентная модификация факторов транскрипции. Фосфорилирование субъединицы РНК-полимеразы II и элонгация транскрипции. Трансформация бактериальных клеток плазмидами. Свойства компетентных клеток и методы их приготовления. Химическая трансформация и электропорация. Методы селекции рекомбинантных клонов: селекция по чувствительности к антибиотику, сине-белый тест, система токсин-антитоксин, дополнение метаболических процессов. |
| 9. | УК-1.ИД1 | Тема 9. Регуляция экспрессии | Регуляция транскрипции полимеразой II у эукариот. |

| | | | |
|------------|---|---|---|
| | <p>ОПК-1.ИД3 ПК-3.ИД1 ПК-3.ИД3</p> | <p>генов</p> | <p>Понятие о цис- и транс-регуляции транскрипции. Белки – активаторы транскрипции, их доменные структуры. Типы доменов, узнающих регуляторные цис-действующие элементы. Комбинаторный принцип в регуляции транскрипции. Коактиваторы и корепрессоры. Медиатор. Эnhансеры и эnhансеосома. Принцип “дальнодействия” в регуляции транскрипции. Тканеспецифичность эnhансеров. Внешние сигналы (митогенные факторы, гормоны), регулирующие транскрипцию генов. Стадии процесса экспрессии генов, подверженные регуляции. Механизмы регуляции экспрессии генов в различных сигнальных каскадах. Дифференциальная активность генов в онтогенезе многоклеточных. Генетические каскады, регулирующие развитие. Гомеодомены регуляторных белков и явление гомеозиса. Принципы структурной организации и регуляции активности генов НОХ-кластеров, определяющих план строения тела. Транскрипционные факторы как морфогены в развитии многоклеточных организмов. Белки группы поликомб и триторакс. Ядерные рецепторы гормонов. Гистоновый код. Химические модификации гистонов: ацетилирование, фосфорилирование, метилирование, убиквитинилирование и АДФ-рибозилирование. Понятие о ”гистоновом коде”. Активный и неактивный хроматин. Механизмы репрессии генов, обусловленные деацетилированием и метилированием гистонов. Белковые домены, осуществляющие мечение гистонов и чтение меток. Ремоделирование хроматина. Роль нуклеосомных структур в активации экспрессии гена. Эухроматин и гетерохроматин. Распространение гетерохроматинизации по хромосоме. Эффекты положения генов. Механизмы инактивации генов при метилировании ДНК. Репликативное метилирование ДНК. “Родительский” геномный импринтинг как эпигенетическая регуляция экспрессии генов.</p> |
| <p>10.</p> | <p>УК-1.ИД1 ОПК-1.ИД3 ПК-3.ИД1 ПК-3.ИД3</p> | <p>Тема 10. Процессинг первичных транскриптов</p> | <p>Созревание и транспорт мРНК. Кепирование, сплайсинг и полиаденилирование транскриптов, синтезируемых полимеразой II. Процессинг 3'-конца транскрипта: участие цис-регуляторных последовательностей и транс-факторов в этом процессе; эндонуклеазы процессинга и polyA-полимераза. Альтернативные промоторы и сайты полиаденилирования. Формирование рибонуклеопротеиновых частиц. “Контроль качества” пре-мРНК в ядре. Транспорт мРНК через ядерную мембрану. Открытие интронов. Типы интронов. Механизмы сплайсинга. Роль малых ядерных РНК и белковых факторов. Сплайсосома. Альтернативный сплайсинг, примеры. Эnhансеры сплайсинга. Биологическая роль альтернативного сплайсинга, примеры. Механизмы узнавания/обозначения экзонов и интронов. Транс-сплайсинг, его распространение. “Самосплайсинг”. Процессинг тРНК и рРНК у про- и эукариот. Метилирование рибозы и образование псевдоуридина. Роль малых ядрышковых РНК. Интроны групп 1 и 2. Редактирование РНК. Типы</p> |

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | редактирования. Биологические функции и механизм РНК-интерференции. Участники процесса. Короткие интерферирующие РНК. RISC. Особенности РНК-интерференции у разных организмов. МикроРНК. Процессинг. Механизм действия. |
| 11. | УК-1.ИД1 ОПК-1.ИД3 ПК-3.ИД1 ПК-3.ИД3 | Тема 11. Некодирующие РНК | Классификация нкРНК. Длинные нкРНК, их структура и биогенез. Отличия и сходства в процессинге нкРНК и мРНК. нкРНК как структурная основа сборки РНК-белковых комплексов. Роль нкРНК в образовании ядерных телец. Функции нкРНК в установлении и поддержании пространственной организации хроматина. Эхансерные РНК – их биогенез и участие в эхансер-промоторной коммуникации. |
| 12. | УК-1.ИД1 ОПК-1.ИД3 ОПК-1.ИД4 ОПК-3.ИД1 ОПК-3.ИД3 ПК-3.ИД1 ПК-3.ИД2 ПК-3.ИД3 | Тема 12. Генетический код | Генетический код. Гипотезы организации генетического кода (перекрывающийся, неперекрывающийся). Триплетная гипотеза Гамова и ее экспериментальное подтверждение (Крик и Бензер). Экспериментальная расшифровка генетического кода. Эксперименты Ниренберга и Маттеи (гомополимеры), Ниренберга и Ледера (связывание триплетов). Понятие кодона. Свойства генетического кода: триплетность, специфичность, вырожденность или синонимичность, неперекрываемость, отсутствие пробелов, однонаправленность, коллинеарность белку. Старт и стоп кодоны. Универсальность генетического кода и исключения из нее. Различия между универсальными, митохондриальными, и неканоническими кодонами, селеноцистеин, пирролизин. Рамка считывания, открытая рамка считывания, сдвиг рамки считывания. Адапторная гипотеза Крика. Транспортные РНК. Изоакцепторные тРНК. Строение тРНК. Понятие антикодона тРНК. Его расположение во вторичной и третичной структуре тРНК. Кодон-антикодоновые взаимодействия: канонические и неканонические (инозин). Гипотеза нестрогого соответствия Крика (wobble). Стереохимия кодон-антикодонового комплементарного комплекса. Минорные нуклеотиды в тРНК. Рекомбинантные белки. Распространение в природе. Методы получения рекомбинантных белков. Применение рекомбинантных белков. |
| Раздел 4. Механизмы трансляции. Структура и биогенез белков | | | |
| 13. | УК-1.ИД1 ОПК-1.ИД3 ПК-3.ИД1 ПК-3.ИД3 | Тема 13. Дорибосомный этап биосинтеза белков | Понятие трансляции. Сходства и различия между про- и эукариотами. Химические реакции биосинтеза белков. Типы образующихся связей. Энзимология процесса. Энергетический баланс биосинтеза белков. Дорибосомный этап белкового синтеза. Реакции аминоацилирования тРНК: активирование аминокислот с образованием аминоациладенилатов и перенос аминокислотных остатков на тРНК. Аминоацил-тРНК-синтетазы: специфичность, разнообразие, субъединичная структура. Специфичность аминоацилирования тРНК по отношению к аминокислоте и по отношению к тРНК. «Второй генетический код» – уникальная структура тРНК, обеспечивающая ее акцепторные функции. Элементы, определяющие «индивидуальность» |

| | | | |
|-----|--|--|--|
| | | | отдельных тРНК. Структурная комплементарность тРНК и аминоацил-тРНК-синтетаз. |
| 14. | УК-1.ИД1 ОПК-1.ИД3 ОПК-1.ИД4 ОПК-3.ИД1 ОПК-3.ИД3 ПК-3.ИД1 ПК-3.ИД2 ПК-3.ИД3 | Тема 14. Рибосома. Биосинтез белков | Рибосомный этап трансляции. Прокариотический и эукариотический типы рибосом. Три сайта связывания тРНК на рибосоме: А, Р, и Е, их характеристики. Стадии трансляции: инициация, элонгация и терминация. Специальные механизмы контроля точности трансляции. Инициация в бактериях нуждается в субъединицах 30S и факторах инициации (IF-1, IF-2, and IF-3). Структура сайта инициации у бактерий: последовательность Шайн-Дальгарно и AUG. Полицистронные мРНК у бактерий и моноцистронные у эукариот. Формилметионин, IF2 и их функции. Роль 40S субъединицы в инициации транскрипции у эукариот. Факторы элонгации EF-Tu и eEF1a. Кирромицин. Пептидилтрансферазная функция большой субъединицы. Пурамицин. Стадия транслокации, EF-G и eEF2. Стадия терминации, ochre, amber, и opal кодоны. Факторы терминации (релизинг-факторы 1го и 2го классов), их функции. Роль UTR (нетранслируемых последовательностей) в регуляции трансляции. Сопряженность транскрипции и трансляции у бактерий. Полирибосомы. Локализация рибосом в клетке. Свободные и мембраносвязанные рибосомы. Рибосомы митохондрий и хлоропластов. Методы тестирования структуры и уровня экспрессии гена. Секвенирование ДНК. Гибридизация по Саузерну. Нозерн-гибридизация. Вестерн блоттинг. |
| 15. | УК-1.ИД1 ОПК-1.ИД3 ПК-3.ИД1 ПК-3.ИД3 | Тема 15. Структурная организация белка в клетке. | Роль белковых молекул в функционировании живых организмов. Первичная структура белков. Аминокислотные остатки – мономеры белковых цепей. Аминокислоты, входящие в состав белков, их строение. Редкие аминокислоты, входящие в состав белков. Пептидная связь. Полипептидная цепь. Структура и кислотно-основные свойства пептидов. Природные пептиды. Уровни организации белковой молекулы. Первичная структура как уровень организации белка. Доказательство индивидуальности белка. Количественное определение аминокислотного состава белков. Определение первичной структуры пептидов. Вторичная структура белка. Структурные особенности пептидной связи, определяющие формирование регулярной вторичной структуры. Стерические ограничения и вторичная структура пептидной связи. Роль водородных связей в формировании регулярной вторичной структуры. Виды регулярной вторичной структуры. Спиральные и бета-структурные участки в глобулярных белках. Соотношение между первичной и вторичной структурами. Экспериментальные методы изучения вторичной структуры белков. Третичная структура белков. Стабильность пространственной структуры белка. Компактность формы. Наличие гидрофобных ядер и полярной оболочки. Присутствие гидрофобных аминокислот в оболочке, их функциональное значение. Природа сил, стабилизирующих трехмерную структуру белка. Методы исследования пространственной структуры белка. Доменная структура белков. Образование |

| | | | |
|-----|---|--|---|
| | | | <p>третичной структуры белка из элементов вторичной структуры. Топология полипептидных цепей в белках и классификация пространственных структур. Соотношение между пространственной структурой белка и аминокислотной последовательностью. Схематическое представление пространственной структуры белка. Трехмерная структура некоторых белковых модулей (доменов). Особенности структуры мембранных белков. Фибриллярные белковые структуры. Четвертичная структура белка. Геометрия четвертичной структуры белка. Гомомерные и гетеромерные белки. Формирование множественных форм гетеромерных белков. Взаимодействия между субъединицами, стабилизирующие четвертичную структуру. Структурная организация контактов между субъединицами. Способы исследования четвертичной структуры белка. Функциональное значение четвертичной структуры белка.</p> |
| 16. | <p>УК-1.ИД1 ОПК-1.ИД3 ПК-3.ИД1 ПК-3.ИД3</p> | <p>Тема 16. Посттрансляционные модификации белков. Фолдинг белков в клетке. Шапероны</p> | <p>Посттрансляционная модификация белков. Особенности реакций посттрансляционной модификации. Функциональное значение посттрансляционной модификации. Котрансляционные модификации белка. Модификации N- и C-концов белков. Модификация внутренних аминокислотных остатков белков. Гликозилирование белков. N-гликозилирование. O-гликозилирование. Сплайсинг белков. Ограниченный протеолиз. Липопротеины. Обратимые посттрансляционные модификации: примеры, функциональное значение. Пространственное сворачивание или фолдинг белков. Денатурация белков. Разрушение нативной конформации белков. Ренатурация белка <i>in vitro</i>. роль первичной структуры в пространственной сборке белка. Опыты Кристиана Анфинсена по восстановлению активности рибонуклеазы А. Этапы пространственной сборки белка <i>in vitro</i>. Интермедиат («расплавленная глобула»). Ферменты, облегчающие свертывание полипептидных цепей в компактную структуру (ферменты фолдинга, или фолдазы). Пространственное сворачивание белков <i>in vivo</i>. Участие молекулярных шаперонов в фолдинге белков. Свойства молекулярных шаперонов. Представители шаперонов - белки суперсемейства белков теплового шока (Hsp). Шапероны, взаимодействующие с растущей полипептидной цепью: триггерный фактор, комплекс NAC (Nascent polypeptide Associated Complex), префолдин. Общие свойства белков семейства Hsp70. Свойства белков семейства Hsp60 (Шаперонины). Шапероны семейства Hsp90. Общая схема участия шаперонов в фолдинге белков у прокариот и в цитозоле эукариот.</p> |
| 17. | <p>УК-1.ИД1 ОПК-1.ИД3 ПК-3.ИД1 ПК-3.ИД3</p> | <p>Тема 17. Транспорт белков в клетке. Везикулярный транспорт белков в клетке</p> | <p>Транспорт белков в различные компартменты эукариотической клетки. Методические подходы для изучения транспорта белков в различные компартменты клетки. Сигнальная гипотеза транспорта белков в клетке. Способы транспортировки белков между компартментами в клетке: трансмембранный, канальный, везикулярный транспорт. Транспорт белков в эндоплазматический ретикулум (ЭР). Транспорт белков в митохондрии и</p> |

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | хлоропласты. Транспорт белков между ядром и цитозолем. Везикулярный транспорт. Секреторный путь синтеза и сортировки белков. Методы изучения секреторного транспорта. Транспорт белков из ЭР в аппарат Гольджи. Везикулярно-тубулярные кластеры (VTC). Модели транспорта через аппарат Гольджи. Возвращение резидентных белков ЭР. Сигналы сортировки, направляющие секретируемые и мембранные белки в специфические транспортные везикулы. Транспорт гидролаз в лизосомы. Распознавание лизосомных гидролаз и формирование транспортного сигнала. Пути секреции в клетках. Пути сортировки мембранных белков в поляризованных клетках. Молекулярные механизмы везикулярного транспорта. |
| 18. | УК-1.ИД1 ОПК-1.ИД3 ПК-3.ИД1 ПК-3.ИД3 | Тема 18. Контроль качества белков в клетке. Механизмы деградации белков в клетке | Система контроля качества белков в клетке. Система контроля качества белка в <i>E.Coli</i> . Контроль качества белка в эндоплазматическом ретикулуме. Роль шаперонов в контроле качества белков. Ответ клетки на увеличение количества неправильно собранных белков. Реакция неправильно собранных белков (UPR). Значение протеолитической деградации белков в жизни клетки. Внеклеточные и внутриклеточные механизмы деградации белков. Механизмы деградации белков. Убиквитин-зависимая система протеолиза белков. Специальные сигналы, распознаваемые различными ферментами убиквитин-конъюгирующего комплекса. Ферменты убиквитин-конъюгирующего комплекса. Протеасомы. Структура 26S-протеасомы. Болезни, вызываемые неправильно собранными белками. |
| Раздел 5. Молекулярная организация клетки. Клонирование генов и экспрессия их продуктов | | | |
| 19. | УК-1.ИД1 ОПК-1.ИД3 ОПК-1.ИД4 ОПК-3.ИД1 ОПК-3.ИД3 ПК-3.ИД1 ПК-3.ИД2 ПК-3.ИД3 | Тема 19. Молекулярные механизмы передачи сигнала | Внутриклеточный сигнальный путь, активированный внеклеточными сигнальными молекулами. Формы внеклеточной передачи сигнала. Передача сигнала через щелевые контакты (gap junctions). Механизм действия ядерных рецепторов. Рецепторы на поверхности клеток. Внутриклеточные сигнальные молекулы. Молекулярные переключатели. Регуляция активности GTPаз. Формирование внутриклеточных сигнальных комплексов. Передача сигнала через рецепторы, сопряженные с G-белком. Передача сигнала через рецепторы, сопряженные с ферментами. Основные классы рецепторов, сопряженных с ферментами. Тирозинкиназные рецепторы. Рецепторы, ассоциированные с тирозинкиназами. Рецепторные серин/треониновые протеинкиназы. Сигнальные пути, основанные на регулируемом протеолизе латентных белков-регуляторов генов. |
| 20. | УК-1.ИД1 ОПК-1.ИД3 ПК-3.ИД1 ПК-3.ИД3 | Тема 20. Цитоскелет эукариотических клеток | Три типа филаментов участвующих в организации цитоскелета: актиновые филаменты, микротрубочки и промежуточные филаменты. Строение и свойства G-актина. Формирование актиновых филаментов, участие АТФ. Актин-связывающие белки. Миозины. Формирование сайтов адгезии. Амебоидное движение и подвижность немышечных клеток. Строение и свойства тубулина. Структура микротрубочки. Самосборка микротрубочек; роль |

| | | | |
|-----|---|---|---|
| | | | <p>ГТР. Микротрубочко-ассоциированные белки. Моторные белки, ассоциированные с микротрубочками. Роль микротрубочек в поведении клетки.</p> <p>Промежуточные филаменты. Роль промежуточных филаментов в клетке. Структура субъединиц белков промежуточных филаментов и сборка цитоплазматических филаментов. Шесть классов белков промежуточных филаментов.</p> <p>Тканеспецифический характер экспрессии белков этих классов. Примеры функционирования промежуточных филаментов различных типов.</p> |
| 21. | <p>УК-1.ИД1 ОПК-1.ИД3 ПК-3.ИД1 ПК-3.ИД3</p> | <p>Тема 21. Принципы межклеточного взаимодействия. Экстрацеллюлярный матрикс. Молекулы адгезии.</p> | <p>Разнообразие экстрацеллюлярного матрикса (ЭЦМ). Основные компоненты ЭЦМ: структурные белки, адгезивные белки, протеогликаны (ПГ) и гиалуроновая кислота. Фибриллярные и нефибриллярные коллагены. Структура и сборка фибрилл. Эластин. Строение и сборка эластических волокон. Ламинин и фибронектин – основные адгезивные белки ЭЦМ. Структура и функции. Гликозаминогликаны (ГАГ) и гиалуроновая кислота. ПГ и ГАГ. Строение. Синтез. Функции.</p> <p>Информационная роль матрикса. Типы адгезии. Суперсемейства молекул адгезии: иммуноглобулиноподобные молекулы адгезии, кадгеринины, селектины, интегрины. Участие в различных типах адгезии. Краткая характеристика каждого суперсемейства.</p> |
| 22 | <p>УК-1.ИД1 ОПК-1.ИД3 ПК-3.ИД1 ПК-3.ИД3</p> | <p>Тема 22. Механизмы апоптоза. Апоптоз и патологические состояния</p> | <p>Программируемая клеточная смерть у про- и эукариот. Понятие «апоптоз», его отличие от некроза. Каспазы. Активация каспаз. Белки семейства Bcl. Два основных пути апоптоза: с помощью рецепторов клеточной гибели и митохондриальный. Механизмы апоптоза и регуляция апоптоза. Удаление апоптотических клеток. Связь апоптоза с различными заболеваниями: апоптоз при онкологических, сердечно-сосудистых, аутоиммунных, нейродегенеративных и других заболеваниях.</p> |
| 23 | <p>ОПК-1.ИД3 ОПК-1.ИД4 ОПК-3.ИД1 ОПК-3.ИД3 ПК-3.ИД1 ПК-3.ИД2 ПК-3.ИД3</p> | <p>Тема 23. Клонирование генов и экспрессия их продуктов</p> | <p>Стратегии полногеномного секвенирования различных организмов. Поколения методов секвенирования – принципы методов. Определение полной последовательности нуклеотидов геномов организмов. Хранение и анализ информации о геномах: базы данных, программы.</p> <p>Биологические системы, используемые в молекулярной биотехнологии: прокариоты эукариоты. Система хозяин – вектор. Основные свойства векторов, используемых в генной инженерии. Селективные маркеры.</p> <p>Инструменты генной инженерии. Спектрофотометрия ДНК. Плавление ДНК.</p> <p>Получение фрагментов с использованием ПЦР. ТА-клонирование. Безлигазное соединение фрагментов. Аптамеры.</p> <p>Тельца включения. Выделение рекомбинантного белка. Фолдинг. Экспорт экспрессируемого белка в периплазматическое пространство, секреция во внеклеточную среду. Методы направленного мутагенеза для целевой модификации рекомбинантных белков и конструирования новых белков.</p> |

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | Векторные системы клеток животных. Трансгенные животные и растения. Тканеспецифичная и индуцируемая экспрессия трансгенов в организме животных. Анализ транскриптома как подход к функциональной диагностике в медицине. |
| Раздел 6. Функционирование генов и геномов. Основы молекулярной диагностики | | | |
| 24. | УК-1.ИД1 ОПК-1.ИД3 ОПК-1.ИД4 ОПК-3.ИД1 ОПК-3.ИД3 ПК-3.ИД1 ПК-3.ИД2 ПК-3.ИД3 | Тема 24. Понятие об эпигенетике | Примеры однойцевых близнецов, клонированных организмов. Ландшафты Ваддингтона (Waddington). Ошибочные теории на заре генетики: деминуция хроматина и количественный контроль экспрессии. Основные механизмы контроля генетической информации на уровне первичной структуры ДНК и на уровне эпигенетики. Основные эпигенетические механизмы: гистоновый код, метилирование ДНК, некодирующие РНК |
| 25. | УК-1.ИД1 ОПК-1.ИД3 ПК-3.ИД1 ПК-3.ИД3 | Тема 25. 3D геномика | Гистоновый код, метилирование ДНК. Эхансеры, суперэхансеры, топологически изолированные домены, инсуляторы, транскрипционные фабрики. Методы картирования топологически изолированных доменов, HiC. Хромосомные территории. |
| 26. | УК-1.ИД1 ОПК-1.ИД3 ПК-3.ИД1 ПК-3.ИД3 | Тема 26. Репрограммирование транскрипционных программ | Дифференцировка, дедифференцировка. Соматическое репрограммирование. Х инактивация. Геномный импринтинг. Факторы Яманаки. Транскрипционные программы индуцированных плюрипотентных клеток. Бивалентные марки хроматина. Клонирование организмов. |
| 27. | УК-1.ИД1 ОПК-1.ИД3 ОПК-1.ИД4 ОПК-3.ИД1 ОПК-3.ИД3 ПК-3.ИД1 ПК-3.ИД2 ПК-3.ИД3 | Тема 27. Живые тексты: анатомия и разнообразие геномов | Геномные базы данных. Разброс размеров геномов. Парадокс и загадка С-значения. Геномы архей, бактерий и эукариот: принципиальные сходства и различия. Геномы вириодов как пример простейшего репликатора. Разнообразие вирусных геномов и корреляция между размером генома и количеством генов. Общие закономерности анатомии бактериальных геномов. Дополнительные хромосомные элементы: плазмиды, мегаплазмиды, хромиды. Геномные критерии вида у прокариот. Геномы динофлагеллят. |
| 28. | УК-1.ИД1 ОПК-1.ИД3 ОПК-1.ИД4 ОПК-3.ИД1 ОПК-3.ИД3 ПК-3.ИД1 ПК-3.ИД2 ПК-3.ИД3 | Тема 28. Геномная революция 1 | Применение NGS секвенирования в науке: - де ново сборка геномов - SNP calling - ChIP Seq анализ хроматин иммунопреципитации - одноклеточная геномика - ATAC-Seq анализ открытых структур хроматина - RNA Seq |
| 29. | УК-1.ИД1 ОПК-1.ИД3 ОПК-1.ИД4 ОПК-3.ИД1 ОПК-3.ИД3 ПК-3.ИД1 ПК-3.ИД2 ПК-3.ИД3 | Тема 29. Геномная революция 2 | Применение NGS секвенирования в диагностике: - Определение соматических мутаций при онкологических заболеваниях - Анализ свободноциркулирующей ДНК при онкологических заболеваниях - Неинвазивная пренатальная диагностика - RNA Seq панели при назначении химиотерапии онкологических заболеваний - Экзомное секвенирование и прекоцепционный скрининг - Наследственные формы многофакторных заболеваний - Определение репертуара T клеточных рецепторов - Микробиота |

| | | | |
|-----|--|---|---|
| 30. | УК-1.ИД1 ОПК-1.ИД3 ОПК-1.ИД4 ОПК-3.ИД1 ОПК-3.ИД3 ПК-3.ИД1 ПК-3.ИД2 ПК-3.ИД3 | Тема 30. Стволовые и прогениторные клетки | Стволовые и прогениторные клетки, история их открытия. Определение стволовых клеток. Основные типы стволовых клеток человека. Эмбриональные стволовые клетки. Понятие фетальные клетки. Стволовые и прогениторные клетки взрослого организма. Процессы регенерации. Свойства стволовых клеток различного происхождения. Основные характеристики стволовых и прогениторных клеток. Молекулярные маркеры стловых и прогениторных клеток. Понятие ниши. Клетки, участвующие в структуре ниши. Регуляция деления стволовой клетки. Ландшафт Уоддингтона. Принцип качелей Корочкина. Факторы, влияющие на дифференцировку прогениторных клеток. Эпителиально-мезенхимальный переход. Индуцированные плюрипотентные клетки. Опухолевые стволовые клетки. Теории происхождения опухолей. |
| 31. | УК-1.ИД1 ОПК-1.ИД3 ОПК-1.ИД4 ОПК-3.ИД1 ОПК-3.ИД3 ПК-3.ИД1 ПК-3.ИД2 ПК-3.ИД3 | Тема 31. Основы клеточной инженерии и генной терапии. | История клеточной терапии. Молекулярные характеристики клеток для терапии. Технология получения и культивирования клеток животных и растений. Понятия линий, пересеваемых и первичных культур клеток. Среды. Принцип строения банков клеток. Перспектива создания технологий клонирования тканей и органов. Методы паспортизации клеток. Понятие контаминации. Международные требования к безопасности клеток. Методы управления дифференцировкой клеток в культурах. Необходимые условия стадии дифференцировки прогениторных клеток для клеточной терапии. Типы стволовых/прогениторных клеток, используемых для терапии. Поведение клеток после введения их в организм животного. Понятия аутологичности. Аллотрансплантаты и ксенотрансплантаты. Химерные животные. Технологии получения кондиционных сред. Технологии выделения факторов из клеток млекопитающих. Стандарты GLP («Good Laboratory Practice»), Надлежащая лабораторная практика) для лабораторных исследований и GMP («Good Manufacturing Practice») для производства клеточных препаратов. Закон РФ для применения клеточных препаратов. Возможность использования индуцированных плюрипотентных клеток. |
| 32. | УК-1.ИД1 ОПК-1.ИД3 ПК-3.ИД1 ПК-3.ИД3 | Тема 32. Современные инструменты генетического редактирования | Инструменты генетического редактирования: TALEN, CRISPR Cas, цинковые пальцы. Области применения технологий. Соматическое редактирование и редактирование зигот. Поиск новых геноредакторов. Основные подходы к созданию лекарств на основе геноредактирования. Эпигенетическое редактирование с помощью dCas8. |
| 33. | УК-1.ИД1 ОПК-1.ИД3 ПК-3.ИД1 ПК-3.ИД3 | Тема 33. Понятие о синтетической биологии | Синтетическая биология как научное направление – история появления. Минимальный геном: экспериментальный и биоинформатический подход. Создание организмов с искусственным геномом. Принципы инженерии в биологии. Стандартизация частей ДНК, комбинаторный синтез генетической сети. |
| 34. | УК-1.ИД1 ОПК-1.ИД3 ПК-3.ИД1 ПК-3.ИД3 | Тема 34. Геномы вирусов | Вирусы, отличия от клеточных форм жизни. Принципы классификации и систематики вирусов, происхождение и распространение вирусов в природе. |

| | | | |
|-----|--|--|---|
| | | | <p>Механизмы взаимодействия вирусов с клеткой-хозяином.</p> <p>Принципы трансляции вирусных мРНК в эукариотических клетках.</p> <p>Локализация синтеза вирусных мРНК и белков в зараженной клетке.</p> <p>Разнообразие вирусных геномов. Классификация вирусов по Балтимору.</p> <p>Основные группы, семейства вирусов человека.</p> <p>Жизненный цикл и функционирование генома на примере вирусов HIV и SARS-Cov2.</p> <p>Прионы. Прионные заболевания человека</p> |
| 35. | УК-1.ИД1 ОПК-1.ИД3 ПК-3.ИД1 ПК-3.ИД3 | Тема 35. Геномика патологических состояний | <p>Онкологические и нейродегенеративные болезни.</p> <p>Математические основы проведения ассоциативных исследований (GWAS). Логистическая регрессия.</p> <p>Пассажирские и драйверные SNP. Соотношение рисков. Соотношение роли генетических и средовых факторов при развитии заболевания.</p> |
| 36. | УК-1.ИД1 ОПК-1.ИД3 ПК-3.ИД1 ПК-3.ИД3 | Тема 36. Популяционная геномика. Этническая геномика. Геномика и эпигеномика древней ДНК | <p>Понятие Fst. Дрейф генов, бутылочное горлышко, эффект основателя. Полногеномные этнические исследования. Этногенетические карты PCA.</p> <p>Понятие о F2, F3, F4 статистике. АВВА-ВАВА тест.</p> <p>Принципы лабораторной работы с древней ДНК.</p> <p>Принципы анализа данных секвенирования древней ДНК. Эволюция человека с точки зрения современной генетики. Эпигенетика древней ДНК.</p> |
| 37. | УК-1.ИД1 ОПК-1.ИД3 ПК-3.ИД1 ПК-3.ИД3 | Тема 37. Понятие о системной биологии (математика, большие данные) | <p>Понятие о биологических процессах и явлениях как о взаимосвязанной системе, о теоретических и вычислительных методах исследования биологических систем; математические модели биологических систем и их анализ, интеграция и интерпретация биологических данных и гипотез; реализация моделей, их численных решений и анализа, проверка пригодности для решения фундаментальный и прикладных задач биомедицины.</p> |
| 38. | УК-1.ИД1 ОПК-1.ИД3 ОПК-1.ИД4 ОПК-3.ИД1 ОПК-3.ИД3 ПК-3.ИД1 ПК-3.ИД2 ПК-3.ИД3 | Тема 38. ДНК-диагностика – практический подход | <p>Диагностика полиморфизмов ДНК, определяющих риск развития социально значимых заболеваний.</p> <p>ПЦР как метод диагностики и научных исследований. Проблема «потерянной» наследуемости». Принцип фармакогенетики.</p> <p>Стратегия «Ген-кандидат»: «позиционно-независимый ген-кандидат», «позиционный ген-кандидат». Методы выделения нуклеиновых кислот из различного материала. Секвенирование в ДНК-диагностике. Основные типы мутаций. Методы прямой и косвенной ДНК-диагностики. Анализ экспансии тринуклеотидных повторов. Диагностика болезней экспансии полиаланиновых трактов.</p> <p>Лабораторная диагностика болезней экспансии некодирующих микросателлитных повторов.</p> <p>Экспансии некодирующих повторов, ассоциированные с экспрессией ломких хромосомных участков. Механизм метилирования ДНК. Метилирование CpG-динуклеотидов, ДНК-метилтрансферазы. CpG-островки и их характеристики. Метилсвязывающие белки.</p> <p>Фенотипические проявления мутаций ДНК-метилтрансфераз и метилсвязывающих белков.</p> <p>Методы исследования уровней метилирования ДНК.</p> <p>Основные принципы ген-специфического анализа метилирования. Преимущества и недостатки методов</p> |

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | <p>анализа метилирования. 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. Характерные мутации при распространенных наследственных заболеваниях. ДНК-диагностика синдрома Мартина-Белл (синдром ломкой X-хромосомы). ДНК-диагностика в онкологии. Двухударная теория канцерогенеза Кнудсона. Онкогены и гены-супрессоры опухолевого роста. ДНК-диагностика моногенных и дигенных наследственных онкологических заболеваний, маркеров неблагоприятного прогноза, микрометастазов. ПЦР, микрочипы и технологические платформы. Таргетная терапия в онкологии. Номенклатура таргетных препаратов. Таргетная терапия и стандартная химиотерапия. Ингибиторы и модификаторы различных систем репарации ДНК. Применение ингибиторов систем репарации в терапии онкологических заболеваний.</p> |
|--|--|--|--|

3.2. Перечень разделов (модулей), тем дисциплины для самостоятельного изучения обучающимися (при наличии): не предусмотрен.

4. Тематический план дисциплины

4.1. Тематический план контактной работы обучающихся с преподавателем

| № п/п | Виды учебных занятий/ форма промежуточной аттестации* | Период обучения (семестр). Порядковые номера и наименование разделов (модулей) (при наличии). Порядковые номера и наименование тем (модулей) модулей. Темы учебных занятий. | Количество часов контактной работы | Виды текущего контроля успеваемости** | Формы проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации*** | | | | | |
|------------------|---|--|------------------------------------|---------------------------------------|---|--------|--------|--------|--------|----|
| | | | | | К П | О У | О П | О К | Л Р | ПР |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 6 семестр | | | | | | | | | | |
| | | Раздел 1. Введение в предмет. Задачи и основные этапы развития молекулярной биологии и генетики. Современное состояние науки | | | | | | | | |
| | | <i>Тема 1. История развития генетики и молекулярной биологии. Основные законы генетики. Взаимосвязь генетики и молекулярной биологии</i> | | | | | | | | |
| 1 | ЛЗ | История развития генетики и молекулярной биологии. Основные законы генетики. Взаимосвязь генетики и молекулярной биологии | 2 | Д | + | | | | | |
| | | Раздел 2. Структура, свойства и функции нуклеиновых кислот | | | | | | | | |
| | | <i>Тема 2. От нуклеотидов к геномам: структура и функции нуклеиновых кислот</i> | | | | | | | | |
| 2 | ЛЗ | От нуклеотидов к геномам: структура и функции нуклеиновых кислот | 2 | Д | + | | | | | |
| 3 | ЛПЗ | Основные принципы и методы молекулярного клонирования. Обработка плазмидной ДНК эндонуклеазами рестрикции | 4 | ДТ | + | | | | + | |
| | | <i>Тема 3. Репликация ДНК</i> | | | | | | | | |
| 4 | ЛЗ | Репликация ДНК | 2 | Д | + | | | | | |
| | | <i>Тема 4. Механизмы регуляции поведения клеток. Клеточный цикл</i> | | | | | | | | |
| 5 | ЛЗ | Механизмы регуляции поведения клеток. Клеточный цикл | 2 | Д | + | | | | | |
| | | <i>Тема 5. Репарация ДНК</i> | | | | | | | | |
| 6 | ЛЗ | Репарация ДНК | 2 | Д | + | | | | | |
| 7 | ЛПЗ | Принципы электрофоретического разделения фрагментов ДНК. Ферменты модификации ДНК. Выделение ДНК из геля на колонках. Лигирование кДНК целевого гена в плазмидный вектор | 4 | ДТ | + | | | | + | |
| | | <i>Тема 6. Генетическая рекомбинация</i> | | | | | | | | |
| 8 | ЛЗ | Генетическая рекомбинация | 2 | Д | + | | | | | |
| 9 | К | <i>Текущий рубежный (модульный) контроль по разделам 1–2</i> | 4 | ДР | + | | | + | | |

| | | | | | | | | | | |
|----|-----|--|---|----|---|--|--|--|---|--|
| | | Раздел 3. Основы регуляции экспрессии генов | | | | | | | | |
| | | <i>Тема 7. Транскрипция у прокариот</i> | | | | | | | | |
| 10 | ЛЗ | Транскрипция у прокариот | 2 | Д | + | | | | | |
| | | <i>Тема 8. Транскрипция у эукариот</i> | | | | | | | | |
| 11 | ЛЗ | Транскрипция у эукариот | 2 | Д | + | | | | | |
| 12 | ЛПЗ | Трансформация бактериальных клеток плазмидами. Методы селекции рекомбинантных клонов | 4 | ДТ | + | | | | + | |
| | | <i>Тема 9. Процессинг первичных транскриптов</i> | | | | | | | | |
| 13 | ЛЗ | Процессинг первичных транскриптов | 2 | Д | + | | | | | |
| | | <i>Тема 10. Регуляция экспрессии генов</i> | | | | | | | | |
| 14 | ЛЗ | Регуляция экспрессии генов | 2 | Д | + | | | | | |
| 15 | ЛПЗ | Знакомство с принципами ПЦР. Отбор клонов, содержащих вектор с целевым геном, методом ПЦР | 4 | ДТ | + | | | | + | |
| | | <i>Тема 11. Некодирующие РНК</i> | | | | | | | | |
| 16 | ЛЗ | Некодирующие РНК | 2 | Д | + | | | | | |
| | | <i>Тема 12. Генетический код</i> | | | | | | | | |
| 17 | ЛЗ | Генетический код | 2 | Д | + | | | | | |
| 18 | К | <i>Текущий рубежный (модульный) контроль по разделу 3</i> | 4 | ДР | + | | | | + | |
| | | Раздел 4. Механизмы трансляции. Структура и биогенез белков | | | | | | | | |
| | | <i>Тема 13. Дорибосомный этап биосинтеза белков</i> | | | | | | | | |
| 19 | ЛЗ | Дорибосомный этап биосинтеза белков | 2 | Д | + | | | | | |
| | | <i>Тема 14. Рибосома. Биосинтез белков</i> | | | | | | | | |
| 20 | ЛЗ | Рибосома. Биосинтез белков | 2 | Д | + | | | | | |
| 21 | ЛПЗ | Выделение плазмидной ДНК из бактериальной культуры на колонках. Рестрикционный анализ рекомбинантной ДНК. Методы анализа экспрессии целевого гена. | 4 | ДТ | + | | | | + | |
| | | <i>Тема 15. Структурная организация белка в клетке. Фолдинг белков в клетке. Шапероны</i> | | | | | | | | |
| 22 | ЛЗ | Структурная организация белка в клетке. Фолдинг белков в клетке. Шапероны | 2 | Д | + | | | | | |
| | | <i>Тема 16. Посттрансляционные модификации белков</i> | | | | | | | | |
| 23 | ЛЗ | Посттрансляционные модификации белков | 2 | Д | + | | | | | |
| | | <i>Тема 17. Транспорт белков в клетке. Везикулярный транспорт белков в клетке</i> | | | | | | | | |
| 24 | ЛЗ | Транспорт белков в клетке. Везикулярный транспорт белков в клетке | 2 | Д | + | | | | | |

| | | | | | | | | | | |
|------------------|----|--|-----------|----|---|---|---|---|--|---|
| | | <i>Тема 18. Контроль качества белков в клетке. Механизмы деградации белков в клетке</i> | | | | | | | | |
| 25 | ЛЗ | Контроль качества белков в клетке. Механизмы деградации белков в клетке | 2 | Д | + | | | | | |
| 26 | К | <i>Текущий рубежный (модульный) контроль по разделу 4</i> | 4 | ДР | + | | | + | | |
| 27 | ИЗ | <i>Текущий итоговый контроль по разделам 1–4</i> | 4 | ДИ | + | + | | | | + |
| | | Всего часов за семестр: | 72 | | | | | | | |
| 7 семестр | | | | | | | | | | |
| | | Раздел 5. Молекулярная организация клетки. Клонирование генов и экспрессия их продуктов | | | | | | | | |
| 5.1 | ЛЗ | Тема 19. Молекулярные механизмы передачи сигнала | 2 | Д | + | | | | | |
| 5.2 | ЛЗ | Тема 20. Цитоскелет эукариотических клеток | 2 | Д | + | | | | | |
| 5.3 | ЛЗ | Тема 21. Принципы межклеточного взаимодействия. Экстрацеллюлярный матрикс. Молекулы адгезии | 2 | Д | + | | | | | |
| 5.4 | ЛЗ | Тема 22 Механизмы апоптоза. Апоптоз и патологические состояния | 2 | Д | + | | | | | |
| | | <i>Тема 23. Клонирование генов и экспрессия их продуктов</i> | | | | | | | | |
| 5.5 | СЗ | Система хозяин – вектор. Основные свойства векторов, используемых в генной инженерии. | 2 | Д | + | | | | | |
| 5.6 | СЗ | Стратегии полногеномного секвенирования | 2 | Д | + | | | | | |
| 5.7 | СЗ | Поколения методов секвенирования – принципы методов. | 2 | Д | + | | | | | |
| 5.8 | СЗ | Оптимизация экспрессии чужеродного белка в <i>E.coli</i> | 2 | ДТ | + | | | | | |
| 5.9 | СЗ | Клонирование в эукариотах | 2 | Д | + | | + | | | |
| 5.10 | СЗ | Методы анализ транскриптома | 2 | Д | + | | | | | |
| 5.11 | СЗ | Редактирование генома | 2 | Д | + | | | | | |
| 5.12 | К | <i>Текущий рубежный (модульный) контроль по разделу 5</i> | 2 | ДР | + | | | + | | |
| | | Раздел 6. Функционирование генов и геномов. Основы молекулярной диагностики | | | | | | | | |
| 6.1 | ЛЗ | Тема 24. Понятие об эпигенетике | 2 | Д | | | | | | |
| 6.2 | ЛЗ | Тема 25. 3D геномика | 2 | Д | | | | | | |
| 6.3 | ЛЗ | Тема 26. Репрограммирование транскрипционных программ | 2 | Д | | | | | | |
| 6.4 | ЛЗ | Тема 27. Живые тексты: анатомия и разнообразие геномов | 2 | Д | | | | | | |
| 6.5 | ЛЗ | Тема 28. Геномная революция 1 | 2 | Д | | | | | | |
| 6.6 | ЛЗ | Тема 29. Геномная революция 2 | 2 | Д | | | | | | |

| | | | | | | | | | | |
|------|----|---|------------|----|---|---|---|--|---|--|
| 6.7 | ЛЗ | Тема 30. Стволовые и прогениторные клетки | 2 | Д | + | | | | | |
| 6.8 | ЛЗ | Тема 31. Основы клеточной инженерии и генной терапии | 2 | Д | + | | | | | |
| 6.9 | ЛЗ | Тема 32. Современные инструменты генетического редактирования | 2 | Д | | | | | | |
| 6.10 | ЛЗ | Тема 33. Понятие о синтетической биологии | 2 | Д | | | | | | |
| 6.11 | ЛЗ | Тема 34. Геномы вирусов | 2 | Д | | | | | | |
| 6.12 | ЛЗ | Тема 35. Геномика патологических состояний | 2 | Д | | | | | | |
| 6.13 | ЛЗ | Тема 36. Популяционная геномика. Этническая геномика. Геномика и эпигеномика древней ДНК | 2 | Д | | | | | | |
| 6.14 | ЛЗ | Тема 37. Понятие о системной биологии (математика, большие данные) | 2 | Д | | | | | | |
| | | Тема 38. ДНК-диагностика – практический подход | | | | | | | | |
| 6.15 | СЗ | Изучение роли генетических составляющих в этиологии и патогенезе заболеваний человека. Методы ДНК-диагностики с использованием секвенирования | 2 | Д | | | | | | |
| 6.16 | СЗ | Исследование метилирования ДНК | 2 | Д | | | | | | |
| 6.17 | СЗ | Методы прямой и косвенной ДНК-диагностики | 2 | Д | | | | | | |
| 6.18 | СЗ | Молекулярно-генетическая диагностика болезней экспансии повторяющихся последовательностей. Общие принципы лабораторной диагностики болезней экспансии | 2 | ДТ | | | + | | | |
| 6.19 | СЗ | Диагностика болезней экспансии полиглутаминовых трактов | 2 | Д | | | | | | |
| 6.20 | СЗ | Молекулярная диагностика болезней импринтинга | 2 | Д | | | | | | |
| 6.21 | СЗ | Общие подходы к молекулярно-генетической диагностике в онкологии | 2 | Д | | | | | | |
| 6.22 | СЗ | Нарушения системы репарации ДНК — роль в онкогенезе и терапии злокачественных новообразований | 2 | Д | | | | | | |
| 6.23 | К | <i>Текущий рубежный (модульный) контроль по разделу б</i> | 2 | ДР | + | | | | + | |
| 6.24 | ИЗ | Итоговое занятие | 2 | ДИ | + | + | | | | |
| | | Всего часов за семестр: | 72 | | | | | | | |
| | Э | Промежуточная аттестация | 9 | | | | | | | |
| | | Всего часов по дисциплине: | 153 | | | | | | | |

Условные обозначения:

Виды учебных занятий и формы промежуточной аттестации *

| Виды учебных занятий, формы промежуточной аттестации | Сокращённое наименование | |
|---|--------------------------|--------|
| | Лекционное занятие | Лекция |
| Семинарское занятие | Семинар | СЗ |
| Практическое занятие | Практическое | ПЗ |
| Практикум | Практикум | П |
| Лабораторно-практическое занятие | Лабораторно-практическое | ЛПЗ |
| Лабораторная работа | Лабораторная работа | ЛР |
| Клинико-практические занятия | Клинико-практическое | КПЗ |
| Специализированное занятие | Специализированное | СЗ |
| Комбинированное занятие | Комбинированное | КЗ |
| Коллоквиум | Коллоквиум | К |
| Контрольная работа | Контр. работа | КР |
| Итоговое занятие | Итоговое | ИЗ |
| Групповая консультация | Групп. консультация | КС |
| Конференция | Конференция | Конф. |
| Защита курсовой работы | Защита курсовой работы | ЗКР |
| Экзамен | Экзамен | Э |
| | | |

Виды текущего контроля успеваемости (ВТК)**

| Виды текущего контроля успеваемости (ВТК)** | Сокращённое наименование | | Содержание |
|---|-----------------------------------|------------------|--|
| | Текущий дисциплинирующий контроль | Дисциплинирующий | |
| Текущий тематический контроль | Тематический | Т | Оценка усвоения обучающимся знаний, умений и опыта практической деятельности на занятиях по теме. |
| Текущий рубежный (модульный) контроль | Рубежный | Р | Оценка усвоения обучающимся знаний, умений и опыта практической деятельности по теме (разделу, модулю) дисциплины |
| Текущий итоговый контроль | Итоговый | И | Оценка усвоения обучающимся знаний, умений и опыта практической деятельности по темам (разделам, модулям) дисциплины |

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

| № | Формы проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся (ФТКУ) *** | Техническое и сокращённое наименование | | Виды работы обучающихся (ВРО) *** | Типы контроля |
|---|---|--|----|-----------------------------------|------------------------|
| | | | | | |
| 1 | Контроль присутствия (КП) | Присутствие | КП | Присутствие | Присутствие |
| 2 | Учет активности (А) | Активность | А | Работа на занятии по теме | Участие |
| 3 | Опрос устный (ОУ) | Опрос устный | ОУ | Выполнение задания в устной форме | Выполнение обязательно |
| | Опрос письменный (ОП) | Опрос письменный | | Выполнение | Выполнение |

| | | | | | |
|----|---|---------------------------------|------|--|---------------------------------|
| 4 | | | ОП | задания в письменной форме | обязательно |
| 5 | Опрос комбинированный (ОК) | Опрос комбинированный | ОК | Выполнение заданий в устной и письменной форме | Выполнение обязательно |
| 6 | Тестирование в электронной форме (ТЭ) | Тестирование | ТЭ | Выполнение тестового задания в электронной форме | Выполнение обязательно |
| 7 | Проверка реферата (ПР) | Реферат | ПР | Написание (защита) реферата | Выполнение обязательно |
| 8 | Проверка лабораторной работы (ЛР) | Лабораторная работа | ЛР | Выполнение (защита) лабораторной работы | Выполнение обязательно |
| 9 | Подготовка учебной истории болезни (ИБ) | История болезни | ИБ | Написание (защита) учебной истории болезни | Выполнение обязательно |
| 10 | Решение практической (ситуационной) задачи (РЗ) | Практическая задача | РЗ | Решение практической (ситуационной) задачи | Выполнение обязательно |
| 11 | Подготовка курсовой работы (ПКР) | Курсовая работа | ПКР | Выполнение (защита) курсовой работы | Выполнение обязательно |
| 12 | Клинико-практическая работа (КПР) | Клинико-практическая работа | КПР | Выполнение клинико-практической работы | Выполнение обязательно |
| 13 | Проверка конспекта (ПК) | Конспект | ПК | Подготовка конспекта | Выполнение обязательно |
| 14 | Проверка контрольных нормативов (ПKN) | Проверка нормативов | ПKN | Сдача контрольных нормативов | Выполнение обязательно |
| 15 | Проверка отчета (ПО) | Отчет | ПО | Подготовка отчета | Выполнение обязательно |
| 16 | Контроль выполнения домашнего задания (ДЗ) | Контроль самостоятельной работы | ДЗ | Выполнение домашнего задания | Выполнение обязательно, Участие |
| 17 | Контроль изучения электронных образовательных ресурсов (ИЭОР) | Контроль ИЭОР | ИЭОР | Изучения электронных образовательных ресурсов | Изучение ЭОР |

5. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине

5.1. Планируемые результаты обучения по темам и разделам дисциплины

Планируемые результаты обучения по темам и разделам дисциплины, соотнесенные с планируемыми результатами освоения дисциплины – согласно п. 1.3. и содержанием дисциплины – согласно п.3. настоящей рабочей программы дисциплины.

5.2. Формы проведения текущего контроля успеваемости

Текущий контроль успеваемости обучающегося в семестре осуществляется в формах, предусмотренных тематическим планом настоящей рабочей программы дисциплины (см. п. 4.1).

5.3. Критерии, показатели и оценочные средства текущего контроля успеваемости обучающихся

5.3.1. Условные обозначения:

Типы контроля (ТК)*

| Типы контроля | | Тип оценки |
|---|---|--------------------|
| Присутствие | П | наличие события |
| Участие (дополнительный контроль) | У | дифференцированный |
| Изучение электронных образовательных ресурсов (ЭОР) | И | наличие события |
| Выполнение (обязательный контроль) | В | дифференцированный |

Виды текущего контроля успеваемости (ВТК)**

| Виды текущего контроля успеваемости (ВТК)** | Сокращённое наименование | | Содержание |
|---|--------------------------|---|--|
| Текущий дисциплинирующий контроль | Дисциплинирующий | Д | Контроль посещаемости занятий обучающимся |
| Текущий тематический контроль | Тематический | Т | Оценка усвоения обучающимся знаний, умений и опыта практической деятельности на занятиях по теме. |
| Текущий рубежный (модульный) контроль | Рубежный | Р | Оценка усвоения обучающимся знаний, умений и опыта практической деятельности по теме (разделу, модулю) дисциплины |
| Текущий итоговый контроль | Итоговый | И | Оценка усвоения обучающимся знаний, умений и опыта практической деятельности по темам (разделам, модулям) дисциплины |

5.3.2. Структура текущего контроля успеваемости по дисциплине

6 семестр

| Виды занятий | | Формы текущего контроля успеваемости | | ТК | ВК | Max | Min | Шаг |
|--|-----|--------------------------------------|----|----|----|-----|-----|-----|
| Лекционное занятие | ЛЗ | Контроль присутствия | КП | П | Д | 1 | 0 | 0 |
| Лабораторно-практическое занятие | ЛПЗ | Контроль присутствия | КП | П | Д | 1 | 0 | 0 |
| | | Выполнение лабораторной работы | ЛР | В | Т | 10 | 0 | 1 |
| Коллоквиум (рубежный (модульный) контроль) | К | Контроль присутствия | КП | П | Д | 1 | 0 | 0 |
| | | Опрос комбинированный | ОК | В | Р | 10 | 0 | 1 |
| Итоговое занятие (итоговый контроль) | ИЗ | Контроль присутствия | КП | П | Д | 1 | 0 | 0 |
| | | Опрос устный | ОУ | В | И | 10 | 0 | 1 |
| | | Проверка реферата | ПР | В | И | 10 | 0 | 1 |

7 семестр

| Виды занятий | | Формы текущего контроля успеваемости | | ТК | ВК | Max | Min | Шаг |
|--|----|--------------------------------------|----|----|----|-----|-----|-----|
| Лекционное занятие | ЛЗ | Контроль присутствия | КП | П | Д | 1 | 0 | 0 |
| Семинарское занятие | СЗ | Контроль присутствия | КП | П | Д | 1 | 0 | 0 |
| | | Опрос письменный | ОП | В | Т | 10 | 0 | 1 |
| Коллоквиум (рубежный (модульный) контроль) | К | Контроль присутствия | КП | П | Д | 1 | 0 | 0 |
| | | Опрос комбинированный | ОК | В | Р | 10 | 0 | 1 |
| Итоговое занятие | ИЗ | Контроль присутствия | КП | П | Д | 1 | 0 | 0 |
| | | Опрос устный | ОУ | В | И | 10 | 0 | 1 |

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

6 семестр

| Вид контроля | План % | Исходно | | ФТКУ / Вид работы | ТК | План % | Исходно | | Коеф. |
|---------------------------------------|------------|------------|----|--------------------------------|----|--------|---------|----|-------|
| | | Баллы | % | | | | Баллы | % | |
| Текущий дисциплинирующий контроль | 5 | 27 | 21 | Контроль присутствия | П | 5 | 27 | 21 | 0.18 |
| Текущий тематический контроль | 35 | 50 | 39 | Выполнение лабораторной работы | В | 35 | 50 | 39 | 0.7 |
| Текущий рубежный (модульный) контроль | 40 | 30 | 24 | Опрос комбинированный | В | 40 | 30 | 24 | 1.33 |
| Текущий итоговый контроль | 20 | 20 | 16 | Опрос устный | В | 10 | 10 | 8 | 1 |
| | | | | Проверка реферата | В | 10 | 10 | 8 | 1 |
| Max кол. баллов | 100 | 127 | | | | | | | |

7 семестр

| Вид контроля | План % | Исходно | | ФТКУ / Вид работы | ТК | План % | Исходно | | Коэф. |
|---------------------------------------|------------|-----------|----|-----------------------|----|--------|---------|----|-------|
| | | Баллы | % | | | | Баллы | % | |
| Текущий дисциплинирующий контроль | 5 | 36 | 42 | Контроль присутствия | П | 10 | 36 | 42 | 0,14 |
| Текущий тематический контроль | 35 | 20 | 23 | Опрос письменный | В | 30 | 20 | 23 | 1,75 |
| Текущий рубежный (модульный) контроль | 50 | 20 | 23 | Опрос комбинированный | В | 50 | 20 | 23 | 2,5 |
| Текущий итоговый контроль | 10 | 10 | 12 | Опрос устный | В | 10 | 10 | 12 | 1 |
| Мах кол. баллов | 100 | 86 | | | | | | | |

5.4. Методические указания по порядку проведения текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине по формам текущего контроля, предусмотренным настоящей рабочей программой дисциплины

Методические указания по порядку проведения текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине по формам текущего контроля, предусмотренным настоящей рабочей программой дисциплины (см. п. 5.3.2) подготавливаются кафедрой и объявляются преподавателем накануне проведения текущего контроля успеваемости.

6. Организация промежуточной аттестации обучающихся

6 семестр.

- 1) Форма промежуточной аттестации согласно учебному плану – зачет.
- 2) Форма организации промежуточной аттестации – на основании семестрового рейтинга обучающихся.

7 семестр.

- 1) Форма промежуточной аттестации согласно учебному плану – экзамен.
- 2) Форма организации промежуточной аттестации: устный опрос по билету, проверка реферата.
- 3) Перечень тем, вопросов, практических заданий для подготовки к промежуточной аттестации.

Перечень тем и вопросов для подготовки к промежуточной аттестации:

6 семестр.

1. Открытие основных законов генетики: Мендель, его предшественники и последователи. Развитие Менделизма. Теория мутаций, наследственная и модификационная изменчивость. Основные типы взаимодействия генов. Закон Харди-Вайнберга.
2. Хромосомная теория наследственности как фундаментальное объединение цитологии и генетики. Сцепленное с полом наследование, группа сцепления, кроссинговер, линейное расположение генов, интерференция, генетические карты, политенные хромосомы. Пенетрантность и экспрессивность. Хромосомные перестройки: инверсии, делеции, транслокации, транспозиции.
3. «Центральная догма» молекулярной биологии и ее эволюция. Реализация «центральной догмы» при биосинтезе белков у про- и эукариот. Первичная структура нуклеиновых кислот.
4. Вторичная структура ДНК. Формы ДНК.
5. Характеристика систем рестрикции-модификации. Применение этих систем в молекулярной биологии.
6. Репликоны про- и эукариот. Точки начала репликации (ориджины репликации). Согласованность репликации и клеточного деления у эукариот.
7. Репликация: основные этапы и участвующие молекулы.
8. ДНК-полимеразы *E. coli*. Субъединичный состав и роль отдельных субъединиц ДНК-полимеразы III.
9. Эукариотические ДНК-полимеразы.
10. Репликация концов эукариотических хромосом. Теломераза.
11. Клеточный цикл. Принципы клеточного цикла у прокариот и эукариот.
12. Экзизионная репарация. Генная конверсия.
13. Индуцируемая репарация.
14. Репарация повреждений двух цепей ДНК.
15. Модель Холлидея. Гомологичная рекомбинация. Мейотическая и митотическая рекомбинация. Эктопическая рекомбинация.
16. Белок RecA *E. coli* и его роль в гомологичной рекомбинации. RecBCD – основной путь гомологичной рекомбинации у *E. coli*.
17. Сайт-специфическая рекомбинация. Ферменты, осуществляющие сайт-специфическую рекомбинацию: интегразы и инвертазы.
18. РНК-полимеразы бактерий и эукариот.
19. Промоторы про- и эукариот. Инициация транскрипции РНК-полимеразой II эукариот на базальном промоторе.
20. Регуляция экспрессии оперонов прокариот. Активаторы и репрессоры транскрипции
21. Аттенуация транскрипции. Rho-зависимая и rho-независимая терминация.
22. Гистоновый код. Активный и неактивный хроматин. Роль нуклеосомных структур в активации экспрессии гена
23. Макромолекулярная структура РНК. РНК-редактирование, РНК-интерференция (RNAi).
24. Процессинг 5'- и 3' концов мРНК у эукариот.
25. Процессинг мРНК у эукариот: сплайсинг экзонов. Альтернативный сплайсинг и транс-сплайсинг. Малые ядерные РНП эукариот и их роль в сплайсинге.
26. Генетический код.
27. Вторичная и третичная структура тРНК. тРНК – адаптор белкового синтеза. Гипотеза нестроогого соответствия Ф.Крика
28. Дорибосомный этап белкового синтеза. Аминоацил-тРНК-синтетазы: специфичность, разнообразие, субъединичная структура.

29. Строение и функции рибосомы. Рибозимы.
30. Элементарный элонгационный цикл рибосомы. Взаимная подвижность рибосомных субчастиц при элонгации.
31. Инициация и терминация трансляции. Инициаторы трансляции и способ распознавания первого кодона мРНК у прокариот и эукариот. Роль UTR в регуляции трансляции.
32. Структура белков. Определение первичной структуры пептидов. Методы исследования вторичной, третичной и четвертичной структуры белка.
33. Посттрансляционные и котрансляционные модификации белков.
34. Пространственная сборка белков. Роль первичной структуры. Ферменты фолдинга.
35. Участие молекулярных шаперонов в сборке белков. Общая характеристика, функциональное значение.
36. Сигнальная гипотеза транспорта белков в клетке.
37. Секреторный путь синтеза и сортировки белков.
38. Значение протеолитической деградации белков в жизни клетки. Внеклеточные и внутриклеточные механизмы деградации белков. Протеасомы. Болезни, вызываемые неправильно собранными белками.

7 семестр.

39. Актиновые филаменты. Строение, принципы сборки и ункционирования. Роль в жизни клетки. Механизмы регуляции актиновых филаментов актин-связывающими белками.
40. Микротрубочки. Строение, принципы сборки и функционирования. Роль в жизни клетки. Механизмы регуляции микротрубочек микротрубочечно-связывающими белками.
41. Промежуточные филаменты. Строение, принципы сборки и функционирования. Шесть типов промежуточных филаментов. Роль в жизни клетки. Примеры.
42. Строение и механизм функционирования рецепторов, сопряженных с G-белками.
43. Строение и механизм функционирования рецепторов, сопряженных с ферментами (рецепторные тирозинкиназы, рецепторы, ассоциированные с тирозинкиназами, серин-треониновые рецепторы).
44. Сигнальные пути, основанные на регулируемом протеолизе латентных белков-регуляторов генов.
45. Основные компоненты экстрацеллюлярного матрикса; их структура и функции.
46. Типы адгезии. Разнообразие семейств молекул адгезии. Роль в поддержании гомеостаза тканей.
47. Апоптоз с участием рецепторов клеточной гибели. Механизм и регуляция апоптоза с участием рецепторов клеточной гибели
48. Митохондриальный путь апоптоза. Механизм и регуляция митохондриального пути апоптоза.
49. Методы определения уровня метилирования ДНК. Методы детектирования ДНК белковых взаимодействий.
50. Использование современной микроскопии для наблюдения за единичными молекулами транскрипционных факторов. LSM микроскопия.
51. Роль 5 метилцитозина и его окисленных форм в норме и патологии у позвоночных. ЦфГ островки. Умение считать observed/expected для ЦфГ островков.
52. Динамика метилирования в гаметях и при эмбриональном развитии. Тайминг X инактивации. Молекулярная биология белков семейства Поликомб.

53. Случай с ярковизацией у растений. Роль генов FLC, DRM и CMT. РНК направленное метилирование ДНК у растений.
54. Методика проведения GWAS экспериментов. Логистическая регрессия. Поправка Бонферони.
55. Геномика рака. Мутации в генах раковых супрессорах. Примеры эпимутаций, характерных для раковых клеток.
56. Современные инструменты/базы данных для изучения соматических мутаций в раках. COSMIC, ICGC, TCGA. Пример работы консорциума по секвенированию рака почки (работа Ghislane Scelo 2014). Принципы проведения персонализированной терапии рака. Примеры противораковых лекарств, назначаемых по результатам генетического анализа раковых клеток.
57. Строение хроматина. Гистоновые марки. Основные белки и белковые комплексы, принимающие участие в установлении гистоновых профилей. Бивалентные марки. Динамика гистоновых марок при эмбриональном развитии позвоночных. Молекулярная биология белков семейства Поликомб.
58. Геномный импринтинг. Факторы, влияющие на геномный импринтинг. Примеры болезней человека, при которых нарушается геномный импринтинг.
59. Инактивация X хромосомы у человека. Механизм X инактивации. Молекулярная биология белков семейства Поликомб
60. Геномика и эпигеномика древней ДНК. F3 и F4 статистика. F3 outgroup статистика. ABBA/BAVA. Вклад денисовцев и неандертальцев в современный генофонд.
61. Популяционная генетика. Митохондриальные и Y хромосомальные гаплогруппы. PCA анализ. Admixture. F3 и F4 статистика. F3 outgroup статистика. ABBA/BAVA.
62. Современные генетические методы для репродуктивного здоровья. Скрининг на моногенные болезни, неинвазивная пренатальная диагностика (включая статистику Стьюдента и t критерий), предимплантационная генетическая диагностика.
63. Геномика и эпигеномика соматического репрограммирования. Факторы Яманаки.
64. Геномика и эпигеномика адаптационных процессов на примере трехглазой колюшки. Понятие об эпигенетической энтропии. Примеры расчета энтропии с учетом формул для «энергии Изинга».
65. Хромосомные территории. Методы для учета «дальних» взаимодействий внутри хромосомы. Роль CTCF в образовании TAD. Корреляции между границами TAD и местами переключений «конкордантное/дисконкордантное метилирование».
66. Трансгенерационное наследование. Примеры работ по передаче ответа на ранний стресс (работа Tamara Franklin), на ацетофенон (работа Brian Dias), на «голландский голод» весны 1945 года (работа Bastiaan Heijmans).
67. Эпигенетика повреждения ДНК. Гомологичная и негомологичная рекомбинация. NHEJ. Генетическое и эпигенетическое редактирование.
68. Метод молекулярных баркодов. Жидкие биопсии в диагностике раковых заболеваний. Использование эпигенетической информации для диагностики генетических аномалий в свободноциркулирующей ДНК.
69. Минимальный геном: экспериментальный и биоинформатический подход.
70. Принципы инженерии в биологии.
71. Поколения методов секвенирования – принципы методов.

72. Структура генома вириодов, способы репликации и вероятный сценарий возникновения в ходе эволюции.
73. Подходы к определению критериев вида у прокариот.
74. Структурные особенности генома динофлагеллят.
75. Стволовые и прогениторные клетки. Основные характеристики стволовых и прогениторных клеток. Молекулярные маркеры столовых и прогениторных клеток. Понятие ниши.
76. Эпителиально-мезенхимальный и мезенхимально-эпителиальный переходы в онтогенезе и при патологических процессах.
77. Индуцированные плюрипотентные клетки.
78. Использование стволовых/прогениторных клеток в терапии.

7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

7.1. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (по периодам освоения образовательной программы) – согласно п. 1.3. настоящей рабочей программы дисциплины.

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

6 семестр

Порядок промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине в форме зачёта

Промежуточная аттестация по дисциплине в форме зачёта проводится на основании результатов текущего контроля успеваемости обучающегося в семестре, в соответствии с расписанием занятий по дисциплине, как правило, на последнем занятии.

Время на подготовку к промежуточной аттестации не выделяется.

Критерии, показатели и порядок балльно-рейтинговой системы текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине (модулю) устанавливается Положением о балльно-рейтинговой системе текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова Министерства здравоохранения Российской Федерации с изменениями и дополнениями (при наличии).

7 семестр

Порядок промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине в форме экзамена:

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

Порядок допуска обучающихся к промежуточной аттестации в форме экзамена, критерии, показатели и порядок балльно-рейтинговой системы промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине в форме экзамена, а также порядок перевода рейтинговой оценки обучающегося в традиционную систему оценок устанавливается Положением о балльно-рейтинговой системе текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации с изменениями и дополнениями (при наличии).

Условные обозначения:

Типы контроля (ТК)**

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

Структура итогового рейтинга по дисциплине

| Дисциплина | Молекулярная биология и генетика | | |
|--|----------------------------------|------|-----|
| Специальность | 30.05.02 «Медицинская биофизика» | | |
| Семестры | 6 | 7 | |
| Трудоемкость семестров в часах (Тдсі) | 72 | 72 | |
| Трудоемкость дисциплины в часах за весь период ее изучения (Тд) | 252 | | |
| Весовые коэффициенты семестровой рейтинговой оценки с учетом трудоемкости (Кросі) | 0,28 | 0,28 | |
| Коэффициент экзаменационного семестрового рейтинга за все семестры изучения дисциплины | | | 0,7 |
| Экзаменационный коэффициент (Кэ) | | | 0,3 |

Структура промежуточной аттестации в форме экзамена

| Форма промежуточной аттестации | Формы текущего контроля успеваемости/виды работы * | | ТК** | Мах. | Весовой коэффициент, % | Коэффициент одного балла в структуре экзаменационной рейтинговой оценки | Коэффициент одного балла в структуре итогового рейтинга по дисциплине |
|--------------------------------|--|----|------|------|------------------------|---|---|
| | | | | | | | |
| Экзамен (Э) | Контроль присутствия | КП | КП | 0 | 0 | | |
| | Опрос устный | ОУ | В | 20 | 80 | 4 | 1,2 |
| | Проверка реферата | РЗ | В | 10 | 20 | 2 | 0,6 |

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

Типовой экзаменационный билет для проведения экзамена по дисциплине
«Молекулярная биология и генетика»
по специальности 30.05.02 «Медицинская биофизика»

| | |
|--|--|
| <p>Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России) Кафедра молекулярной биологии и медицинской биотехнологии МБФ</p> <p>Экзаменационный билет № 1</p> <p><i>для проведения экзамена по дисциплине «Молекулярная биология и генетика» по специальности 30.05.02 «Медицинская биофизика»</i></p> <p>1. РНК-полимеразы бактерий и эукариот. 2. Подходы к определению критериев вида у прокариот. 3. Проверка реферата.</p> <p>Заведующий кафедрой _____ Прохорчук Е.Б.</p> | |
|--|--|

8. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины

Освоение обучающимися учебной дисциплины «Молекулярная биология и генетика» складывается из контактной работы, включающей занятия лекционного типа (лекции) и занятия семинарского типа (*семинары, практические занятия, коллоквиумы*) и лабораторно-практические занятия, а также самостоятельной работы. Контактная работа с обучающимися предполагает проведение текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Для подготовки к занятиям лекционного типа (лекциям) обучающийся должен:

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

Для подготовки к лабораторно-практическим занятиям обучающийся должен:

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

Для подготовки к занятиям семинарского типа обучающийся должен:

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

Самостоятельная работа обучающихся является составной частью обучения и имеет целью закрепление и углубление полученных знаний, умений и навыков, поиск и приобретение новых знаний, выполнение учебных заданий, подготовку к предстоящим занятиям, текущему контролю успеваемости и промежуточной аттестации.

Выполнение домашних заданий осуществляется в форме:

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

Текущий контроль включает в себя текущий тематический контроль, текущий рубежный (модульный) контроль и текущий итоговый контроль.

Текущий рубежный (модульный) контроль успеваемости обучающихся по дисциплине «*Молекулярная биология и генетика*» осуществляется в ходе проведения отдельного вида занятия – коллоквиума.

Для подготовки к текущему тематическому контролю обучающемуся следует изучить учебный материал по теме занятия или отдельным значимым учебным вопросам, по которым будет осуществляться опрос; освоить методики экспериментов, выполнявшихся на занятии.

Для подготовки к текущему рубежному (модульному) и текущему итоговому контролю обучающемуся следует изучить учебный материал по наиболее значимым темам и (или) разделам дисциплины в семестре; освоить практические навыки молекулярного клонирования (выделение и очистка плазмидной ДНК, электрофорез нуклеиновых кислот, обработка ДНК различными ферментами модификации и рестрикции, постановка полимеразной цепной реакции, трансформация бактериальных клеток плазидами, селекция рекомбинантных клонов), планирования и анализа молекулярно-биологических экспериментов; проработать ситуационные задачи, которые разбирались на занятиях или были рекомендованы для самостоятельного решения, а также подготовить итоговый реферат по выбранной преподавателем теме.

Промежуточная аттестация в форме зачета по дисциплине «*Молекулярная биология и генетика*» проводится на основании результатов текущего контроля успеваемости обучающегося в семестре.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена по дисциплине «*Молекулярная биология и генетика*» организуется в период экзаменационной сессии согласно расписанию экзаменов.

Экзамен организуется в один этап – в форме собеседования по билету и проверки реферата. Билет включает в себя два теоретических вопроса.

При подготовке к собеседованию по билетам следует:

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

При подготовке итогового реферата по предложенной преподавателем теме следует руководствоваться следующими требованиями:

– **Требования к оформлению титульного листа:** вверху страницы по центру указывается название учебного заведения (ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России), ниже по центру название кафедры (Кафедра молекулярной биологии и медицинской биотехнологии). В середине страницы по центру заглавными буквами пишется название реферата (темы реферата выбирается из предложенного преподавателем

списка). Ниже названия справа пишется фамилия и инициалы исполнителя с указанием факультета и номера группы, ниже фамилия и инициалы преподавателя. Внизу страницы по центру – город и год написания.

– **Требования к содержанию реферата:** реферат включает введение, основную часть и заключительную часть. Во введении приводится краткое обоснование актуальности темы, научное и практическое значение для соответствующей отрасли. Основная часть реферата содержит материал, который отобран студентом для рассмотрения проблемы. В общем смысле основным в реферате должно быть раскрытие темы, достижение того результата, который задан целью. В заключении автор формулирует выводы по разделам реферата или подводит итог по работе в целом.

– **Требования к наглядным материалам:** наглядными материалами могут служить рисунки, фотографии, графики, диаграммы, таблицы и т.д. Все вышеперечисленное должно иметь сквозную нумерацию и обязательные ссылки в тексте.

– **Требования к списку используемой литературы:** при подготовке реферата основные использованные литературные источники должны быть не ранее 2000-го года, Источники должны быть перечислены в алфавитной последовательности (по авторам). Список должен включать не менее 5 источников.

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

9.1. Литература по дисциплине:

| № п/п | Автор, название, место издания, издательство, год издания | Наличие литературы в библиотеке | |
|-------|---|---------------------------------|-----------------------|
| | | Кол. экз. | Электр. адрес ресурса |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1. | Молекулярная биология /Конишев А. С. [Текст] : учеб. для высш. проф. образования. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Академия, 2012. - 400 с. | 33 | - |
| 2. | Молекулярная биология : рибосомы и биосинтез белка /Спирин А. С. [Текст] : учеб. для вузов. - М. : Академия, 2011. - 496 с. | 50 | - |
| 3. | Гены/ Льюин Б. [Текст]. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 896 с. - Пер. изд.: Genes IX / В. Lewin. Boston etc. : Jones and Bartlett publ. | 70 | - |
| 4. | Основы молекулярной биологии клетки [Текст] / Б. Альбертс, Д. Брей, К. Хопкин и др. ; пер. с англ. под ред. С. М. Глаголева, Д. В. Ребрикова. - Москва : БИНОМ. Лаб. знаний, 2015. - 768 с. : ил. + DVD. - (Лучший зарубежный учебник). - Указ. терм.: с. 751-756. - Пер. изд.: Essential cell biology / В. Alberts et al. 3rd ed. New York, London : Garland Science. - Содерж. DVD : Ориг. изд. на англ. яз | 22 | - |
| 5. | Молекулярная биология клетки [Текст] : рук. для врачей : пер с англ. / Д. М. Фаллер, Д. Шилдс ; [пер. с англ. А. Анваера и др.] ; под ред. И. Б. Збарского. - Москва : Бином-Пресс, 2014. - 256 с. : ил. | 20 | - |
| 6. | Молекулярная биология клетки [Текст] : с задачами Д. Уилсона и Т. Ханта : [в 3 т.] : пер с англ. - Москва ; Ижевск : Ин-т компьютер. исслед. : Регуляр. и хаот. динамика, 2013. - Пер. изд.: Molecular biology of the cell : ref. ed. / В. Alberts et al. - 5th ed. - (Garland | 4 | - |

| | | | |
|-----|--|------------------|---|
| | Science : Taylor & Francis Group). - Сплош. паг. - Т. 1 / под ред. А. А. Миронова, Л. В. Мочаловой / пер. с англ. А. А. Светлова, О. В. Карловой. - 2013. | | |
| 7. | Молекулярная биология клетки [Текст] : с задачами Д. Уилсона и Т. Ханта : [в 3 т.] : пер с англ. - Москва ; Ижевск : Ин-т компьютер. исслед. : Регуляр. и хаот. динамика, 2013. - Пер. изд.: Molecular biology of the cell : ref. ed. / B. Alberts et al. - 5th ed. - (Garland Science : Taylor & Francis Group). - Сплош. паг. - Т. 2 / под ред. Е. Н. Богачевой, И. Н. Шатского / пер. с англ. А. А. Дьяконовой, А. В. Дюбы. - 2013. | 4 | - |
| 8. | Молекулярная биология клетки [Текст] : с задачами Д. Уилсона и Т. Ханта : [в 3 т.] : пер с англ. - Москва ; Ижевск : Ин-т компьютер. исслед. : Регуляр. и хаот. динамика, 2013. - Пер. изд.: Molecular biology of the cell : ref. ed. / B. Alberts et al. - 5th ed. - (Garland Science : Taylor & Francis Group). - Сплош. паг. - Т. 3 / под ред. Е. С. Шилова и др. / пер. с англ. А. Н. Дьяконова и др. - 2013. | Удаленный доступ | http://marc.rs mu.ru:80 20/ marcweb 2/ Default.a sp. |
| 9. | Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии [Электронный ресурс] : пер. с англ. / под ред. К. Уилсон, Дж. Уолкер. - 2-е изд. (эл.). - Москва: БИНОМ. Лаб. знаний, 2015. - 855 с. - (Методы в биологии). | Удаленный доступ | http://marc.rs mu.ru:80 20/ marcweb 2/ Default.a sp. |
| 10. | ПЦР в реальном времени [Текст] / [Д. В. Ребриков, Г. А. Саматов, Д. Ю. Трофимов и др.] ; под ред. Д. В. Ребрикова. - 5-е изд. - Москва : БИНОМ. Лаб. знаний, 2014. - 223 с. : ил. - Библиогр. в конце гл. - Предм. указ. : С. 216-217. - Авт. указ. на обороте тит. л. 1 | 1 | - |
| 11. | ПЦР в реальном времени [Электронный ресурс] / [Д. В. Ребриков и др.] ; под ред. Д. В. Ребрикова. - 4-е изд. (эл.). - Москва : БИНОМ. Лаб. знаний, 2020. - 223 с. | Удаленный доступ | http://marc.rs mu.ru:80 20/ marcweb 2/ Default.a sp. |
| 12. | Биомедицинские нанотехнологии, [Электронный ресурс] / Будкевич Е.В., Будкевич Р.О. - Издательство "Лань" ЭБС ЛАНЬ, 2020. | Удаленный доступ | http://e.lanbook.com. |
| 13. | Ионные каналы и токи кардиомиоцитов и их роль в норме и патологии [Текст] : учебное пособие / Д. В. Абрамочкин, В. С. Кузьмин, О. В. Камкина ; РНИМУ им. Н. И. Пирогова, каф. физиологии МБФ. - Москва : РАМН, 2019. | 10 | - |
| 14. | Механоуправляемые каналы клеток сердца и их роль в норме и патологии [Текст] : учебное пособие / А. Г. Камкин, О. В. Камкина, В. М. Митрохин, Д. В. Абрамочкин ; РНИМУ им. Н. И. Пирогова, каф. физиологии МБФ. - Москва : Издво РАМН, 2019. - 66 с. | 10 | - |
| 15. | Основы персонализированной и прецизионной медицины: учебник / под ред. С. В. Сучков. - 624 с. -2020.- [Электронный ресурс] .-Режим доступа: | Удаленный доступ | http://marc.rs mu.ru:80 |

| | | | |
|-----|--|------------------|---|
| | http://marc.rsmu.ru:8020/marcweb2/Default.asp . Удаленный доступ | | 20/ marcweb 2/ Default.a sp. |
| 16. | Основы персонализированной медицины: медицина XXI века: омикс-технологии, новые знания, компетенции и инновации / К. К. Джайн, К. О. Шарипов. – Москва :ГЭОТАР-Медиа, 2020.- Режим доступа: http://marc.rsmu.ru:8020/marcweb2/Default.asp . Удаленный доступ | Удаленный доступ | http://marc.rsmu.ru:8020/marcweb2/Default.a sp. |
| 17. | Культура животных клеток [Электронный ресурс] / Р.Я. Фрешни - М. : Лаборатория знаний, 2018. – 791 с. | Удаленный доступ | http://marc.rsmu.ru:8020/marcweb2/Default.a sp. |
| 18. | Cell Biology and Genetics [Текст] / M. Stubbs, N. Suleyman. - 4th ed. - Edinburgh etc. : Mosby Elsevier, 2015. - XIV, 200 p. : il. - (Crash Course / ser. ed. : D. Horton-Szar) (Study smart with Student Consult) | 1 | - |

Книгообеспеченность образовательной программы представлена по ссылке <https://rsmu.ru/library/resources/knigoobespechennost/>

9.2. Перечень ресурсов информационно - телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины, профессиональные базы данных:

1. Электронная библиотечная система ФГАОУ ВО РНИМУ имени Н.И. Пирогова <http://rsmu.ru/8110.html>
2. ЭБС «Консультант студента» www.studmedlib.ru ЭБС «Айбукс» <https://ibooks.ru/>
3. ЭБС «Лань» <https://e.lanbook.com/>
4. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
5. ЭБС «IPR BOOKS» <https://www.iprbookshop.ru/>
6. ЭБС «Букап» <https://www.books-up.ru/>
7. PubMed (<http://www.nlm.nih.gov/>; <http://www.nih.gov/>).
8. Реферативная и аналитическая база научных публикаций и цитирования издательства Elsevier «Scopus» <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic&zone=header&origin=#basic>
9. Аналитическая и цитатная база данных журнальных статей компании Thomson Reuters «Web of Science» <https://clarivate.com/>
10. Реферативная база Wiley Online Library <https://onlinelibrary.wiley.com/>
11. Полнотекстовая база и обучающие материалы журнала <https://www.nejm.org/>
12. Платформа Nature <https://www.nature.com/siteindex>
13. Архив научных журналов издательства Annual Reviews <https://www.annualreviews.org/>

14. Архив журналов издательства Кембриджского университета Cambridge University Press <https://www.cambridge.org/core/what-we-publish/journals>
15. Архив научных журналов издательства Oxford University Press Oxford Academic <https://academic.oup.com/journals/?login=true>
16. Платформа Springer Link <https://link.springer.com/>
17. Электронный архив открытого доступа группы журналов BMC Biomedcentral <https://www.biomedcentral.com/>
18. База рефератов и полных текстов научных статей PNAS Online <https://www.pnas.org/>
19. Российская государственная библиотека <https://www.rsl.ru/>
20. Российская национальная библиотека <https://nlr.ru/>
21. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru/>
22. Сайт вопросов и ответов по молекулярной биологии - <http://molbiol.ru/>
23. Биомолекула – научно-популярное интернет-издание - <https://biomolecula.ru/>
24. Всемирная организация здравоохранения <https://www.who.int/ru>
25. Полнотекстовая база данных «Medline Complete» <https://www.ebsco.com/e/ru-ru>

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

1. Автоматизированная образовательная среда Университета.
2. Балльно-рейтинговая система контроля качества освоения образовательной программы в автоматизированной образовательной системе Университета.
3. Перечень программного обеспечения: Microsoft Office Word, Microsoft Office Excel, Microsoft Office Power Point.

9.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины

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

Электронная информационно-образовательная среда университета обеспечивает:

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

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренные программой специалитета, оснащенные техническими средствами обучения (ноутбук, мультимедийный проектор, проекционный экран или интерактивная доска, конференц-микрофон, блок управления оборудованием). Средства обеспечения освоения дисциплины включают лабораторные комнаты для проведения лабораторно-практических занятий со всем необходимым лабораторным оборудованием (микроцентрифуги, камеры для проведения горизонтального электрофореза, дозаторы различного объема, амплификаторы ДНК, термостаты твердотельные, весы аналитические, трансиллюминаторы, спектрофотометры, термошейкеры, и.т.д.), биохимические реактивы, необходимые расходные материалы, мультимедийные наглядные материалы (включая презентации лекционного материала, видеофильмы).

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения (состав определяется в рабочей программе дисциплины и подлежит обновлению при необходимости).

Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных в рабочей программе дисциплины, на одного обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину.

Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ), в том числе в случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам, состав которых определяется в рабочей программе дисциплины и подлежит обновлению (при необходимости).

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечены печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

Приложения:

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

Заведующий кафедрой _____

/Прохорчук Е.Б./

| | Содержание | Стр. |
|----|--|------|
| 1. | Общие положения | 4 |
| 2. | Формы работы обучающихся, виды учебных занятий и их трудоёмкость | 9 |
| 3. | Содержание дисциплины (модуля) | 10 |
| 4. | Тематический план дисциплины (модуля) | 23 |

| | | |
|----|--|----|
| 5. | Организация текущего контроля успеваемости обучающихся | 29 |
| 6. | Организация промежуточной аттестации обучающихся | 31 |
| 7. | Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) | 35 |
| 8. | Методические указания обучающимся по освоению дисциплины (модуля) | 35 |
| 9. | Учебно-методическое, информационное и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) | 40 |
| | Приложения: | |
| 1) | Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине (модулю). | 44 |
| 2) | Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю). | 44 |