АВТОНОМНАЯ НЕКОММЕРЧЕСКАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «СИРИУС»
(АНОО ВО «УНИВЕРСИТЕТ «СИРИУС»)

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 0EE1DD57C56F53844743BD8E019F41EF
Владелец: Некрасова Людмила Андреевна
Действителен: с 08.07.2026 до 08.07.2027

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Специальная дисциплина по научной специальности
1.5.3. Молекулярная биология

Шифр и наименование области науки:	1. Естественные науки
Шифр и наименование группы научных специальностей:	1.5. Биологические науки
Шифр и наименование научной специальности:	1.5.3. Молекулярная биология
Форма обучения:	Очная
Срок освоения образовательной программы:	4 года
Год начала освоения образовательной программы:	2026
Структурное подразделение, ответственное за реализацию образовательной программы:	Научный центр трансляционной медицины

АННОТАЦИЯ
к рабочей программе дисциплины (модулю)

Специальная дисциплина по научной специальности 1.5.3. Молекулярная биология, трудоемкость 5 з.е.

1.1. Цель освоения и краткое содержание дисциплины (модуля)

Цель:

Формирование у обучающихся системных знаний, умений и навыков, а также профессиональных компетенций в области генной терапии и биотехнологии, а также подготовка к сдаче кандидатского экзамена по специальной дисциплине «Молекулярная биология».

Краткое содержание (тематика):

Предмет современной генной терапии и биотехнологии. Биология клетки. Клеточные компартменты и органеллы. Мембраны. Строение и функции ДНК. Технология создания рекомбинантных ДНК. Клеточный цикл. Репликация. Рекомбинация и репарация. Транскрипция прокариот. Транскрипция эукариот. Хроматин и эпигенетическая регуляция экспрессии генов. Строение, типы и функции РНК. Трансляция. Биосинтез белка. Структуры белков и пептидов. Белковая инженерия. Биотехнологические белковые препараты.

1.2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)

1.2.1. Сдан кандидатский экзамен по специальной дисциплине по научной специальности 1.5.3. Молекулярная биология.

1.2.2. Расширены и углублены личностные компетенции, а также сформированы профессиональные компетенции, необходимые для создания, внедрения и совершенствования технологий, обеспечивающих опережающее научно-технологическое развитие страны:

– умение применять инновационные инструменты и методы при определении путей решения научных задач в области молекулярной биологии;

– способность осуществлять поиск, обработку, систематизацию цифровой информации, управлять данными, информацией и цифровым контентом;

– умение планировать и проводить научно-исследовательскую работу с использованием последних научно-технических достижений в области молекулярной биологии;

– умение анализировать и оценивать современные научные достижения, генерировать новые идеи при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;

– умение решать поставленные исследовательские задачи с помощью современных технологий, достижений, опыта человечества;

– способность к использованию полученных знаний для решения научных социальных задач;

– умение обосновывать необходимость, актуальность поставленной исследовательской задачи и способность решить её с помощью современных генно-инженерных технологий и достижений.

1. Общая характеристика дисциплины

1.1. Цель дисциплины: формирование у обучающихся системных знаний, умений и навыков, а также профессиональных компетенций в области генной терапии и биотехнологии, а также подготовка к сдаче кандидатского экзамена по специальной дисциплине «Молекулярная биология».

1.2. Задачи дисциплины:

– дать углубленное представление об основных методах и объектах генной терапии и биотехнологии в связи с основными понятиями молекулярной организации клетки, строении и функциях ДНК, РНК, процессах репликации ДНК, транскрипции РНК на ДНК матрице, трансляции белка, репарации и рекомбинации ДНК, строении генов и способах контроля их экспрессии

– обучить навыкам использования информационных, библиографических ресурсов медико-биологической направленности, а также использования терминов и понятий молекулярной и клеточной биологии

– ознакомить обучающихся с современным состоянием молекулярной генной терапии и биотехнологии и сформировать у обучающихся представление о современных достижениях молекулярной биологии, а также ознакомить с социально-этической проблематикой клонирования животных и редактирования генома человека.

1.3. Место дисциплины в структуре программы аспирантуры:

Дисциплина входит в образовательный компонент программы аспирантуры по научной специальности 1.5.3. Молекулярная биология.

Дисциплина является обязательной.

Дисциплина проводится в семестрах, установленных учебным планом и (или) индивидуальным учебным планом аспиранта.

Программа дисциплины «Молекулярная биология» предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области общей и молекулярной биологии.

1.4. Общая трудоемкость дисциплины: 5 з.е.

1.5. Планируемые результаты обучения по дисциплине:

1.5.1. Сдан кандидатский экзамен по специальной дисциплине по научной специальности 1.5.3. Молекулярная биология.

1.5.2. Расширены и углублены личностные компетенции, а также сформированы профессиональные компетенции, необходимые для создания, внедрения и совершенствования технологий, обеспечивающих опережающее научно-технологическое развитие страны:

– умение применять инновационные инструменты и методы при определении путей решения научных задач в области молекулярной биологии;

– способность осуществлять поиск, обработку, систематизацию цифровой информации, управлять данными, информацией и цифровым контентом;

– умение планировать и проводить научно-исследовательскую работу с использованием последних научно-технических достижений в области молекулярной биологии;

– умение анализировать и оценивать современные научные достижения, генерировать новые идеи при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;

– умение решать поставленные исследовательские задачи с помощью современных технологий, достижений, опыта человечества;

– способность к использованию полученных знаний для решения научных социальных задач;

умение обосновывать необходимость, актуальность поставленной исследовательской задачи и способность решить её с помощью современных генно-инженерных технологий и достижений.

2. Структура и содержание дисциплины

2.1. Объем дисциплины и виды учебной деятельности:

Виды учебной деятельности	Всего
Контактная работа обучающихся с преподавателем, ак. ч.	72
Самостоятельная работа обучающихся, ак. ч.	108
Промежуточная аттестация, ак. ч.	4
Общая трудоемкость, ак. ч.	180
Общая трудоемкость, з.е.	5

2.2. Содержание разделов (тем) дисциплины:

Наименования разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины
Раздел 1. Предмет современной генной терапии и биотехнологии. Биология клетки. Клеточные компартменты и органеллы. Мембраны.	Обзор современных достижений биологии и развитие молекулярной биотехнологии. Основные методы и предмет изучения биотехнологии. Объекты генной терапии и биотехнологии. Базовые понятия клеточной биологии. Клеточная инженерия. Прокариотические клетки (бактерии и археи), их внутренняя организация. Возникновение эукариот и их органелл. Эукариотические клетки и их внутренние компартменты. Общий вид мембранных органелл: ядро, эндоплазматический ретикулум (ЭР), митохондрии и хлоропласты. Строение и функции плазматической мембраны.
Раздел 2. Строение и функции ДНК. Технология создания рекомбинантных ДНК.	История открытия структуры и функций нуклеиновых кислот. Базовые элементы строения ДНК (структура нуклеотидов и двойная спираль). Конформационные формы ДНК. Сверхспирализация ДНК и её биологическое значение. Структурная организация ДНК: первичная, вторичная и третичная структуры. Особенности последовательностей нуклеотидов в ДНК. Секвенирование ДНК: метод Максама-Гилберта и метод Сенгера. Новые методы секвенирования. Технология создания рекомбинантных ДНК.
Раздел 3. Клеточный цикл. Репликация. Рекомбинация и репарация.	Деление клеток: необходимость репликации. Репликация ДНК. ДНК-полимеразы. Репликативная вилка у бактерий. Деление прокариот. Деление клеток эукариот. Митоз. S-фаза, биосинтез ДНК, репликация. М-фаза. G1 и G2 фазы. Регуляция клеточного цикла. Изменение концентраций циклинов в течение клеточного цикла. Чекпоинт-киназы и циклин-зависимые киназы. Гомологичная рекомбинация, разрешение структур Холлидея. Рекомбинация хромосом: участки кроссинговера и гетеродуплексов. Использование систем сайт-специфичной рекомбинации в экспериментальной биологии и биотехнологии. Репарация ДНК, типы и механизмы. Прямая, эксцизионная, пострепликативная, SOS репарация. Редактирование геномов: обзор существующих подходов.

Раздел 4. Транскрипция прокариот.	Строение РНК-полимеразы прокариот. Промотор генов прокариот и его структурные элементы. Инициация, элонгация и терминация транскрипции. Rho-зависимая и Rho-независимая терминация. Регуляция транскрипции у прокариот. Лактозный оперон. Бактериальные системы экспрессии генов.
Раздел 5. Транскрипция эукариот	РНК-полимеразы эукариот I, II и III. Регуляция транскрипции полимеразой II. Строение промотора полимеразы II. Общие факторы транскрипции. Особенности промоторов полимераз I и III. Регуляция транскрипции, энхансеры и сайленсеры. Эукариотические системы экспрессии генов.
Раздел 6. Хроматин и эпигенетическая регуляция экспрессии генов	Хроматин. Уровни компактизации хроматина. Нуклеосомы. Гистоны и негистоновые белки. Эухроматин/гетерохроматин, ремоделирование хроматина. Гистоновый код и эпигенетическая регуляция экспрессии генов. Топологически ассоциированные домены. Инсуляторы и барьерные белки.
Раздел 7. Строение, типы и функции РНК	Строение, типы и функции РНК Какие бывают РНК. Эволюция РНК. РНК как вероятный первичный биополимер. РНК в процессе эмбриогенеза. Рибозимы. Структура и функции РНК. Общие принципы макромолекулярной структуры РНК. Процессинг РНК. Регуляторное значение РНК для репликации и транскрипции ДНК, биосинтеза белков. Каталитические функции РНК и рибонуклеотидов. РНК выполняющие сигнальную функцию (микроРНК…). Транспортная РНК. РНК интерференция. Применение молекул РНК в терапии и технологии
Раздел 8. Трансляция. Биосинтез белка.	Трансляцию у прокариот/эукариот работа рибосомы Инициация, элонгация и терминации трансляции. Белковые факторы трансляции. Работа тРНК аминоацил синтетаз. Сборка рибосомы. Протеостаз прокариот Оперонная структура. Внеклеточный синтез рекомбинантного белка. Распределение белка в клетке. Протеостаз эукариот. Транслокация. Эндоплазматический ретикулум. Шаперонины и шапероны. Контроль фолдинга белков. Unfolding Protein Response. Везикулярный транспорт. Комплекс Гольджи. Посттрансляционные модификации белков. Посттрансляционный процессинг и сплайсинг белков. Пост-гольджи транспорт. Сигнальные пептиды. Внеклеточная экспрессия белка. Распределение белка в клетке. Окислительный стресс и белки теплового шока. Деградация белков. Убиквитинилирование. Особенности синтеза белков в бактериях, дрожжах, растениях и клетках млекопитающих. Заболевания связанные с работой пути биосинтеза белка их терапия. Регуляции трансляции в терапии и технологии Неприродные аминокислоты. Нерибосомальный синтез пептидов.
Раздел 9. Структуры белков и пептидов. Белковая инженерия. Биотехнологические белковые препараты.	Белки и пептиды. Генетически-кодируемые аминокислотные остатки. Свойства аминокислотных остатков. Виды физических взаимодействий в белках. Иерархичность строения белков. Первичная, вторичная, третичная, четвертичная структура белков. Методы определения структур белков. Структурные мотивы в белках. Глобулярные, фибриллярные белки, мембранные белки. Структурные мотивы в белках.

	Белковая инженерия. Рациональный дизайн белков. Направленная эволюция белков. Дизайн белков in silico. Белковая инженерия в биотехнологии.

3. Текущий контроль и промежуточная аттестация по дисциплине. Оценочные материалы

3.1. Текущий контроль успеваемости по дисциплине проводится в течение семестра в следующих формах:

Наименования разделов (тем) дисциплины	Форма текущего контроля	Оценочные материалы
Раздел 1. Предмет современной генной терапии и биотехнологии. Биология клетки. Клеточные компартменты и органеллы. Мембраны.	Письменное домашнее задание	Перечень домашних заданий
Раздел 2. Строение и функции ДНК. Технология создания рекомбинантных ДНК.	Письменное домашнее задание	Перечень домашних заданий
Раздел 3. Клеточный цикл. Репликация. Рекомбинация и репарация.	Письменное домашнее задание	Перечень домашних заданий
Раздел 4. Транскрипция прокариот.	Письменное домашнее задание	Перечень домашних заданий
Раздел 5. Транскрипция эукариот	Письменное домашнее задание	Перечень домашних заданий
Раздел 6. Хроматин и эпигенетическая регуляция экспрессии генов	Письменное домашнее задание	Перечень домашних заданий
Раздел 7. Строение, типы и функции РНК	Письменное домашнее задание	Перечень домашних заданий
Раздел 8. Трансляция. Биосинтез белка.	Письменное домашнее задание	Перечень домашних заданий
Раздел 9. Структуры белков и пептидов. Белковая инженерия. Биотехнологические белковые препараты.	Письменное домашнее задание	Перечень домашних заданий

3.2. Оценочные материалы для текущего контроля:

3.2.1. Примерный перечень домашних заданий:

1. Регуляция активности генов
2. Структура прокариотических генов.
3. Биоинформатические инструменты анализа данных.
4. Ферменты в молекулярно-биологических исследованиях.
5. Этические аспекты современных генных технологий.
6. Методы исследования пост-трансляционных модификаций белков.
7. Методы диагностики наследственных заболеваний человека.
8. Использование методов генной инженерии в биотехнологии.
9. Инструменты редактирования генома.
10. Картирование ДНК.
11. Биологические последствия альтернативного сплайсинга.

Критерии оценивания домашних заданий:

«Отлично»	«Хорошо»	«Удовлетворительно»	«Неудовлетворительно»
– полно раскрыто содержание вопроса; – материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности, точно используется терминология; – показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их в новой ситуации; – продемонстрировано усвоение ранее изученных сопутствующих вопросов.	– ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5» (отлично), но при этом имеет один из недостатков: в изложении допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание ответа; – допущены один – два недочета при освещении основного содержания ответа, исправленные по замечанию преподавателя.	– неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала; – имеются затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, исправленные после нескольких наводящих вопросов преподавателя.	– не раскрыто основное содержание учебного материала; – обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала; – допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов преподавателя; не сформированы компетенции, умения и навыки.

3.3. Формой промежуточной аттестации по дисциплине является кандидатский экзамен.

Результатом промежуточной аттестации в форме кандидатского экзамена являются оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно».

Кандидатский экзамен проводится в соответствии с установленным в АНОО ВО «Университет «Сириус» порядком.

3.4. Оценочные материалы для промежуточной аттестации:

3.4.1. Примерный перечень вопросов к кандидатскому экзамену:

1. Фолдинг и созревание белков;
2. Регуляция транскрипции прокариотических генов;
3. Методы генетической инженерии;
4. Моногенные наследственные заболевания;
5. Мобильные элементы генома про- и эукариот;
6. Методы создания трансгенных животных;
7. Вирусные векторы для генной терапии;
8. Возможности современной фармацевтической биотехнологии;
9. Митохондриальная ДНК;
10. Механизмы репарации ДНК;
11. Обратная транскрипция и ее значение для генетической инженерии;
12. Концепция «мир РНК».

Критерии оценки ответов на вопросы кандидатского экзамена:

«Отлично»	«Хорошо»	«Удовлетворительно»	«Неудовлетворительно»
– обнаружил глубокое знание основного учебно-программного материала в соответствии с прослушанным лекционным курсом, основной и дополнительной литературой, в полном объеме, необходимом для предстоящей работы по специальности; – демонстрирует глубокое, всестороннее знание и понимание сущности рассматриваемых терминов, понятий, закономерностей и пр.; – свободно владеет научным стилем речи; его ответ характеризует точное, связное, последовательное, логичное, обоснованное и аргументированное изложение материала; – умеет формулировать обоснованные выводы.	– обнаружил твердое знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для предстоящей работы по специальности; – демонстрирует хорошее знание рассматриваемых терминов, понятий, закономерностей и пр.; – владеет научным стилем; его ответ характеризует точное, связное, последовательное, логичное изложение материала; – умеет формулировать выводы.	– обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для предстоящей работы по специальности; – демонстрирует нечеткое представление о сущности рассматриваемых терминов, понятий, закономерностей и пр.; – слабо владеет научным стилем; его ответ характеризует неточное изложение программного материала, – испытывает трудности с формулированием выводов.	– обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебного материала; – демонстрирует непонимание сущности рассматриваемых терминов, понятий, закономерностей и пр.; – не владеет научным стилем речи; не умеет формулировать выводы.

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

4.1. Перечень основной литературы:

1. Льюин Б. Гены. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 896 с.

2. Bernard R. Glick, Jack J. Pasternak, and Cheryl L. Patten. - Molecular biotechnology: principles and applications of recombinant DNA — 4th ed. 2010.

3. Стефанов, В. Е. Биоинформатика : учебник для вузов / В. Е. Стефанов, А. А. Тулуб, Г. Р. Мавропуло-Столяренко. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 252 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00860-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/489775.

4. Фоминых, В. Л. Органическая химия и основы биохимии. Практикум : учебное пособие для вузов / В. Л. Фоминых, Е. В. Тарасенко, О. Н. Денисова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 145 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09417-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/492777.

5. Алферова, Г. А. Генетика : учебник для вузов / Г. А. Алферова, Г. П. Подгорнова, Т. И. Кондаурова ; под редакцией Г. А. Алферовой. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 200 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07420-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/490670.

6. Аббат, А. В., Александрушкина, Н. А., Андреенков, О. В., Артюхов, А. С., Байрамова, Э. М., Балацкий, А. В., Березиков, Е. В., Василенко, Ю. С., Васильев, А. В., Васильев, П. А., Волкова, Е. И., Воротеляк, Е. А., Вохтанцев, И. П., Вударски, Я., Вяткин, Ю. В., Георгиев, П. Г., Герасимова, С. В., Гершович, П. М., Гольцова, А. С., ... Юрлова, Е. В. (2020). Методы редактирования генов и геномов. ФГУП «Издательство СО РАН».

4.2. Перечень дополнительной литературы:

1. Сингер М., Берг П. Гены и геномы. – М.: Мир, 1998. В 2-х т.

2. Щелкунов С.Н. Генетическая инженерия: учебно-справочное пособие. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2004. – 496 с.

3. Molecular Biology of the Cell. 6th edition. Alberts B. Garland Science, 2015.

4. Lehninger Principles of Biochemistry. 8th Edition. Nelson David L. MacMillan Learning, 2021.

5. Физика белка, Курс лекций с цветными и стереоскопическими иллюстрациями и задачами, Финкельштейн А.В., Птицын О.Б., 2012.

6. Биофизика. 4-е изд., стер. Волькенштейн М.В. М.: "Лань", 2022. – 608 с.

7. Principles of Virology, Multi-Volume, 5th Edition. Jane Flint, Vincent R. Racaniello, Glenn F. Rall et al. ASM Press, 2020.

8. Молекулярная биология. Структура и биосинтез нуклеиновых кислот. В.И. Агол, А.А. Богданов, В.А. Гвоздев, и др.; Под ред. А.С. Спирина. М.: Высшая школа, 1990, - 352 с.

9. Молекулярная биология. Рибосомы и биосинтез белка: Учебное пособие. Спирин А.С. М.: Издательство «Лаборатория знаний», 2019, - 594 с.

10. Общая и молекулярная генетика. Учебное пособие для вузов. Жимулёв И.Ф. Новосибирск: изд-во НГУ, 2007, - 470 с.

11. Основы генетики. Клаг У., Камингс М. М.: Техносфера, 2007. - 894 с.

12. Биология индивидуального развития (генетический аспект): Учебник. Корочкин Л. И. М.: изд-во МГУ, 2002. - 264 с.

13. Эпигенетика. Под ред. С.Д. Эллиса, Т. Дженювейна, Д. Рейнберга. М.: Техносфера, 2010. - 496 с.

14. Искусственные генетические системы. Том 1: Генная и белковая инженерия. Патрушев Л.И. М.: Наука, 2004. - 530 с.

15. Биоорганическая химия. Овчинников Ю.А. М.: Просвещение, 1987. - 816 с.

4.3. Рекомендуемые источники научно-технической информации

Научно-технические журналы:

1. Журнал Органической Химии. ISSN 0514-7492;
2. Успехи Химии. ISSN 1817-5651;
3. Химия Гетероциклических Соединений. ISSN 0009-3122;
4. Доклады Академии наук. ISSN 0869-5652;
5. Mendeleev Communications. ISSN 0959-9436;
6. Известия РАН. Серия химическая. ISSN 0002-3353;

7. The Journal of the American Chemical Society ISSN: 0002-7863;

8. The European Journal of Organic Chemistry ISSN: 1099-0690;

9. The Journal of Medicinal Chemistry ISSN: 0022-2623;

10. The European Journal of Medicinal Chemistry ISSN: 1121-0923.

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет:

1. http://humbio.ru/ – База знаний по биологии человека.

2. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov – база данных научных статей PubMed

3. https://www.researchgate.net/ – форум для поиска статей, коллабораторов и для обсуждения методических вопросов.

5. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

5.1. Материально-техническое обеспечение:

Вид аудитории	Технические средства и оборудование
Учебная аудитория для проведения лекционных занятий	– Рабочее место преподавателя; – Компьютер / ноутбук; – Проектор; – Маркерная доска / флипчарт; маркеры; – Рабочие места для обучающихся; – Платформа для видеозвонков с полным доступом, позволяющая одновременное подключение не менее 40 человек, с доступными функциями демонстрации экрана, записи видеозвонка, разбиения участников по «комнатам»
Учебная аудитория для проведения практических занятий	– Рабочее место преподавателя; – Компьютер / ноутбук; – Проектор; – Маркерная доска / флипчарт; маркеры; – Рабочие места для обучающихся; – Платформа для видеозвонков с полным доступом, позволяющая одновременное подключение не менее 40 человек, с доступными функциями демонстрации экрана, записи видеозвонка, разбиения участников по «комнатам»

5.2. Учебно-наглядные пособия:

– Презентации лекций, электронные материалы и ресурсы сети «Интернет».

5.3. Информационные технологии, используемые в образовательном процессе

– Пакет программ Microsoft Office; Acrobat Reader.