

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ


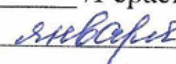


Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Саратовский государственный университет генетики,
биотехнологии и инженерии имени И.И. Вавилова»

СОГЛАСОВАНО

Начальник ОПНПК

 /Гераскина А.А./
« 28 »  2026 г.

Проректор по ИТ

 /Денисов А.С./
« 28 »  2026 г.



ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА

Дисциплина

Молекулярная биология

Научная специальность

1.5.3 Молекулярная биология

Нормативный срок
обучения

4 года

Форма обучения

Очная

Разработчик(и): профессор Пудовкин Н.А.


(подпись)

Саратов 2026

Введение

Программа кандидатского экзамена разработана в соответствии с Федеральными государственными требованиями к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов), утвержденными Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20 октября 2021 г. № 951, паспорта научной специальности **1.5.3 Молекулярная биология**, и на основании Приказа Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 28 марта 2014 г. №247 «Об утверждении порядка прикрепления лиц для сдачи кандидатских экзаменов, сдачи кандидатских экзаменов и их перечня» (в ред. приказа Минобрнауки России от 05.08.2021 N 712).

Трудоемкость освоения программы кандидатского экзамена составляет 1 ЗЕТ (36 часов). Кандидатский экзамен «**Молекулярная биология**» проводится в соответствии с рабочим учебным планом в 5 семестре.

1. Перечень планируемых результатов освоения программы кандидатского экзамена, соотнесенных с планируемыми результатами освоения программы аспирантуры

Программа кандидатского экзамена «**Молекулярная биология**» направлена на формирование у аспирантов следующих результатов освоения:

№	Результаты освоения программы аспирантуры, формируемые в процессе программы кандидатского экзамена
РО 1	быть готовым понимать основные закономерности функционирования клеток организма человека и животных
РО 2	быть готовым применять основные методы исследований в молекулярной биологии
РО 3	быть способным использовать специальные приборы при проведении экспериментов в молекулярной биологии
РО 4	быть способным пользоваться физиолого-биохимическими методами мониторинга обменных процессов в клетках организма человека и животных
РО 5	быть способным применять знания по общим и молекулярным основам жизнедеятельности живых организмов, в том числе на разных стадиях онтогенеза.

По итогам освоения программы кандидатского экзамена по модулю «**Молекулярная биология**» аспирант должен:

Знать	Уметь	Владеть
основы современной молекулярной биологии, место молекулярной биологии в ряду других естественных дисциплин, значение в жизни современного	проводить аналитическое исследование электрофорезом в агарозном геле, выделять нуклеиновые кислоты с использованием коммерческих наборов, проводить эксперименты по генетическому конструированию,	культуральными методами работ с микроорганизмами, генно-инженерными методами работ с нуклеиновыми кислотами и рекомбинантными белками, методами работ с биомассой микроорганизмов или эукариотических клеток, методами биоинформатики и статистической обработки данных

общества, роль молекулярной биологии в научно - техническом прогрессе, основные методы получения, выделения и исследования структуры и функций биологически важных соединений	проводить очистку и электрофоретический анализ рекомбинантных белков, работать с научно-технической информацией, выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные методы исследования	(компьютерным анализом аминокислотных и нуклеотидных последовательностей, анализом основных характеристик олигонуклеотидов, включая температуру плавления гибридов с матричной ДНК, самокомплементарность и т.п., методами статистической обработки получаемых экспериментальных данных).
---	---	---

2. Содержание кандидатского экзамена

1. Физикохимия биополимеров, их компонентов и комплексов. Физикохимия белков и пептидов. Конформационные свойства полипептидных цепей. Структурные особенности пептидной связи. Стерические ограничения и вторичная структура полипептидной цепи. Роль водородных связей в формировании вторичной структуры, α -спираль как важнейший элемент вторичной структуры. Роль боковых радикалов аминокислот в формировании α -спиралей. Узнавание ДНК - белок. Посттрансляционная модификация белков. Методы изучения белок-белковых взаимодействий. Структуры белков, выполняющих определенные функции. Структура ДНК. Структура и функции РНК.

2. Молекулярная биология клетки. Функционирование клеточного ядра. Хроматин. Структура рибосом. Молекулярные механизмы, связывающие клеточный цикл и репликацию ДНК. Секреция белков у про- и эукариот. Биосинтез нуклеиновых кислот и белка.

3. Молекулярная энзимология. Биосинтез нуклеиновых кислот. Ферменты, участвующие в биосинтезе ДНК и РНК. Репарация, рекомбинация ДНК. Репликация ДНК. Транскрипция у прокариот. Транскрипция у эукариот. Промотор у эукариот. Базальная транскрипция. Факторы транскрипции. Репарация ДНК. Рекомбинация. Процессинг РНК. Биосинтез белка. Трансляция. Инициация трансляции - общие принципы. Элонгация трансляции. Ложное кодирование. Терминация трансляции. Регуляция трансляции. Трансляционная репрессия у эукариот. Геномы, их структура и функция. Картирование генов и геномов. Понятие о хромосомных абберациях. Выделение фрагментов генома. Геномные библиотеки. Особенности структуры геномов высших эукариот. Источники полиморфизма геномов. Моногенные наследственные заболевания. Изучение функций генома.

4. Генная, белковая и клеточная инженерия. Создание трансгенных животных. Экспрессия генов в трансгенных животных. Принципы направленной модификации генома. Клеточная инженерия. Инженерия белков. Получение мутантных белков методами сайт-специфического мутагенеза. Получение слитых белков. Синтез белков de novo.

3. Структура кандидатского экзамена

Экзамен проводится в устной форме и включает три вопроса:

1 вопрос – из раздела «**Молекулярная биология**»,

2 вопрос – из разделов «**Современные методы исследования в молеку-**

лярной биологии»,

3 вопрос – из области науки, которая соответствует теме диссертации аспиранта (на соискание ученой степени кандидата наук).

Необходимость в досдаче кандидатского экзамена «Молекулярная биология» возникает только в случае объединения с другой отраслью науки, по которой на стыке двух специальностей планируются диссертационное исследование аспиранта.

Критерии оценки промежуточного контроля

Оценка 5 «отлично» ставится, если аспирант:

- демонстрирует исчерпывающие знания по всем заданным вопросам;
- свободно владеет программным материалом, справляется с решением ситуационных и практических задач;
- грамотно сопоставляет и анализирует сведения по различным направлениям генетики.

Оценка 4 «хорошо» ставится, если аспирант:

- демонстрирует полные знания, но содержащие отдельные пробелы в областях генетики;
- проявляет незначительные трудности в сопоставлении и анализе материала из различных разделов программы.

Оценка 3 «удовлетворительно» ставится, если аспирант:

- при изложении основного материала показывает неполные знания по нескольким заданным вопросам;
- слабое ориентирование в основном материале;
- испытывает затруднения в сопоставлении и анализе основного материала в отдельных разделах генетики.

Оценка 2 «неудовлетворительно» ставится, если аспирант:

- имеет фрагментарные знания по значительной части программного материала;
- с большими затруднениями сопоставляет и анализирует сведения из различных разделов генетики.

-

Результаты кандидатского экзамена оформляются протоколом (приложение 1).

4. Вопросы к кандидатскому экзамену

1. Аминокислотный состав белков. Качественное и количественное определение аминокислотного состава белков. Физические, химические, оптические свойства аминокислот. Классификация аминокислот (α -аминокислоты, их строение и биологическая роль), заменимые и незаменимые аминокислоты и их применение.

2. Пептиды: методы синтеза, свойства, природные пептиды (глутатион, карнозин, окситоцин, вазопрессин). Полипептидная теория строения белка и ее доказательства. Работы А.Я. Данилевского и Э. Фишера. Тонкое строение полипептидной цепи (валентные углы и расстояния между атомами).

3. Строение белковой молекулы. Первичная структура. Характеристика первичной структуры А- и В-цепей инсулина, рибонуклеазы, лизоцима. Связь пер-

вичной структуры и функции белков. Вторичная структура белков. Понятие об α - и β -конформациях полипептидной цепи.

4. Третичная структура белков. Самоорганизация третичной структуры белковой молекулы. Силы, стабилизирующие третичную структуру белка. Структура миоглобина. Четвертичная структура белка. Протомеры и мультимеры. Строение гемоглобина.

5. Денатурация и ренатурация белка. Понятие о нативном белке. Номенклатура и классификация белков. Характеристика простых и сложных белков.

6. Витамины и история их открытия. Роль витаминов в питании человека и животных. Классификация и номенклатура витаминов. Жирорастворимые витамины. Витамины А, Д, Е, К, Q, F их физиологическая роль. Витамерия.

7. Водорастворимые витамины. Их роль в обмене веществ, связь с ферментами. Витамины В₁, В₂, В₃, РР, В₆, С; химическая природа, участие в физиологических процессах.

8. Ферменты - биокатализаторы. Черты сходства и различия в действии ферментов и катализаторов небелковой природы. Строение ферментов. Механизм действия ферментов. Иммунизация ферментов и ее практическое значение.

9. Молекулярная масса ферментов. Мономерная и мультимерная структура молекул ферментов. Мультиэнзимные комплексы ферментов. Изозимы. Свойства ферментов: термолабильность, зависимость активности от значения рН среды, специфичность действия ферментов. Активаторы и ингибиторы ферментов.

10. Номенклатура и классификация ферментов. Шифры ферментов. Оксидоредуктазы. Цитохромная система. Трансферазы. Механизм действия ферментов переаминирования аминокислот. Открытие трансминаз А.Е. Браунштейном и М.Г. Крицманом.

11. Гидролазы. Пептидгидролазы. Лиазы и изомеразы. Характеристика и представители. Характеристика класса лигаз. Локализация ферментов в клетке. Практическое использование ферментов.

12. История открытия и изучения нуклеиновых кислот. Химический состав нуклеиновых кислот: характеристика азотистых оснований и углеводов. Различие между ДНК и РНК по составу главных и минорных оснований, характеру углевода, строению, молекулярной массе, локализации в клетке и функциям.

13. ДНК. Нуклеотидный состав. Правила Е. Чаргаффа. Первичная структура ДНК. Вторичная структура ДНК и силы ее стабилизирующие. Принципы комплементарности и его реализация в структуре ДНК. Третичная структура ДНК. Структура хроматина ядра и хромосомы.

14. РНК, их классификация и биологическая роль. т-РНК; особенности первичной и вторичной структуры. Функциональное значение участков т-РНК. Третичная структура т-РНК. Виды р-РНК и их функции. Рибосомы, особенности их строения. Роль р-РНК в структурной организации рибосом.

15. Характеристика и-РНК. Генетический код и его свойства. Особенности бактериальных и-РНК и и-РНК высших организмов; и-РНК матрица для синтеза белков. Гетероядерная РНК - предшественник и-РНК.

16. Современные представления о структуре гена. Генетическая инженерия, задачи и перспективы. Схема молекулярного клонирования.

17. Гормоны. Номенклатура и классификация. Стероидные гормоны, свойства, функции и механизм действия.
18. Пептидные гормоны. Характеристика важнейших представителей. Механизм действия пептидных гормонов.
19. Общее понятие об обмене веществ и энергии в организме. Анаболизм и катаболизм. Макроэргические соединения и макроэргические связи. Важнейшие представители макроэргических соединений (АТФ, креатин- и аргининфосфат). Пути образования АТФ и других макроэргических соединений.
20. Распад нуклеиновых кислот (ДНК и РНК) до свободных нуклеотидов. Основные ферменты катализирующие эти процессы. Деструкции нуклеотидов, конечные продукты распада и их дальнейшая судьба. Распад пиримидиновых и пуриновых оснований.
21. Синтез пиримидин содержащих нуклеозид -моно,-ди и трифосфатов. УМФ - исходный продукт для синтеза других пиримидиновых нуклеотидов. Особенности синтеза пуринового цикла. ИМФ - первичный продукт биосинтеза пуриновых нуклеотидов.
22. Полуконсервативный механизм биосинтеза ДНК (современное представление). Ферменты, обеспечивающие этот процесс.
23. Общее представление о биосинтезе РНК. Транскрипция у прокариот. Особенности транскрипции у эукариот.
24. Общая схема распада белков в организме. Ферменты, обеспечивающие этот процесс. Метаболизм аминокислот. Преобразование аминокислот по NH₂ - и HOOC- группам и радикалу. Конечные продукты распада аминокислот.
25. Пути связывания NH₃ в организме. Орнитиновый цикл. Пути синтеза аминокислот в природе.
26. Матричный и нематричный механизмы природного синтеза белков. Доказательства в пользу первого и второго. Новообразование грамицидина.
27. Матричная теория биосинтеза белков. Подготовительные процессы, предшествующие сборке полипептидной цепи в рибосоме. Строение рибосомы. Основные этапы рибосомального пути синтеза белка.
28. Регуляция рибосомального синтеза белков. Посттрансляционная модификация белков.
29. Общая характеристика углеводов и их классификация. Моносахариды и их свойства. Производные углеводов: альдоновые и уроновые кислоты, спирты, аминопроизводные, гликозиды.
30. Сложные углеводы: ди- и полисахариды. Характеристика основных представителей. Запасная и структурная функция полисахаридов. Пектины.
31. Обмен углеводов. Пути распада поли- и олигосахаридов. Ферменты, обеспечивающие эти процессы.
32. Обмен глюкозо-6-фосфата. Гликолиз. Биологический смысл.
33. Гликогенолиз и его отличие от гликолиза.
34. Химизм спиртового брожения. Понятие о молочнокислом брожении.
35. Обмен пировиноградной кислоты. Цикл лимонной кислоты. Энергетика процесса.
36. Пентозофосфатный путь расщепления глюкозы и его биологическая роль.

37. Механизм первичного биосинтеза углеводов в процессе фото- и хемосинтеза. Энергетическое обеспечение.
38. Глюконеогенез. Трансгликозидирование и его роль в биосинтезе олиго- и полисахаридов. Роль нуклеозиддифосфатсахаров в гликозилтрансферазных реакциях.
39. Общая характеристика и классификация липидов. Жиры: их состав, физические и химические свойства. Жирные кислоты.
40. Воска и стериды. Состав и биологическое значение. Биомембраны. Роль липидов, белков и углеродсодержащих соединений в организации мембран.
41. Характеристика фосфо- и гликолипидов. Их биологическая роль.
42. Распад триглицеридов. Ферменты, регулирующие процесс.
43. Обмен глицерина. α -Окисление высших жирных кислот (ВЖК).
44. β -Окисление ВЖК: механизм, локализация в клетке.
45. Обмен ацетил-КоА. Глиоксилевый цикл.
46. Биосинтез ВЖК. Строение и механизм действия синтетазы ВЖК.
47. Механизм биосинтеза триглицеридов и фосфолипидов. Роль фосфатидных кислот в этих процессах.
48. Понятие «биологическое окисление». Свободное окисление и окисление, сопряженное с фосфорилированием. Переключение окисления, сопряженного с фосфорилированием, на свободное окисление. Биологический смысл этого процесса. Микросомальное окисление.
49. Окислительное фосфорилирование на уровне субстрата (примеры).
50. Окислительное фосфорилирование на уровне электроннотранспортной цепи (ЭТЦ). Характеристика ферментов дыхательной цепи митохондрий.
51. Гипотезы о механизме сопряжения окисления с фосфорилированием: химическая, конформационная, хемиосматическая.
52. Строение АТФ-синтетазы. Синтез АТФ при ее участии.
53. Взаимосвязь обмена веществ в организме. Взаимосвязь обмена нуклеиновых кислот и белков, нуклеиновых кислот и углеводов, нуклеиновых кислот и липидов. Взаимосвязь белкового и углеводного обмена, обмена белков и липидов, обмена углеводов и липидов.
54. Уровни регуляции жизненных процессов в живой природе, метаболический и оперонный.
55. Клеточный, организменный, популяционный уровни регуляции процессов жизнедеятельности.
57. Строение молекулы ДНК: химический состав мономерных звеньев молекулы ДНК, 5'-3' – фосфодиэфирная связь, комплементарные пары оснований; связи, удерживающие между собой две полинуклеотидные цепи; стэкинг-взаимодействие.
58. Физико-химические свойства ДНК: денатурация и ренатурация молекулы, температура плавления, гиперхромный и гипохромный эффекты.
59. Характеристика В-формы двойной спирали ДНК и альтернативных двухспиральных структур ДНК, их биологическое значение.
60. Суперспирализация ДНК. Топологические проблемы, возникающие в ходе матричных процессов.
61. Топоизомеразы I и II типов, механизм их действия.

62. Нуклеосомное строение хроматина. Эухроматин и гетерохроматин. Репликация ДНК
63. Механизм реакции полимеризации ДНК и его катализ. Экзонуклеазные активности ДНК-полимераз и их роль в обеспечении точности воспроизведения ДНК.
64. Характеристика ДНК-полимераз эукариот: размеры, субъединичный состав, ферментативные активности и участие в процессах репликации и репарации.
65. Механизм репликации концов линейных хромосом эукариот с помощью теломеразы. Репарация и рекомбинация ДНК
66. Прямая репарация тиминовых димеров, алкилированных оснований и одноцепочечных разрывов в молекуле ДНК.
67. Эксцизионная репарация оснований.
68. Характеристика ДНК-транспозонов эукариот: структура, механизм перемещения, представители.
69. Процессинг рРНК у прокариот и эукариот (участвующие в процессе ферменты). Метилирование и другие модификации рРНК в ядрышке; роль малых РНК в этих процессах. Трансляция; преобразование белковых молекул
70. Матричная (информационная) РНК, ее структура и функциональные участки у прокариот и эукариот.
71. Основные свойства генетического кода. Особенности кодового словаря.
72. Кодон и антикодон, принципы их взаимодействия. Принцип нестрогого соответствия (wobble-гипотеза).
73. Аминоацилирование тРНК как необходимый этап трансляции: механизм действия аминоацил-тРНК-синтетаз.
74. тРНК: первичная, вторичная и третичная структура, роль модифицированных нуклеотидов.
75. Структура рибосом про- и эукариот, входящие в их состав рибосомные РНК и белки. Функциональные участки рибосом: мРНК-связывающий участок, тРНК-связывающие А, Р и Е участки, факторсвязывающий участок.
76. Энергетика синтеза белка: количество макроэргических связей, необходимых на присоединение к растущему полипептиду одной аминокислоты; энергетические затраты на сборку рибосомы (при инициации трансляции) и на отсоединение готового полипептида от рибосомы.
77. Система убиквитинирования белков эукариот. Сенсорные процессы
78. Семейства гомологичных генов. Ортологи и паралоги.
79. Псевдогены.
80. Типы повторяющихся последовательностей и их встречаемость в геномах различных организмов.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение

1. Иванищев, В. В. Молекулярная биология : учебник / В.В. Иванищев. — Москва : РИОР : ИНФРА-М, 2019. — (Высшее образование). — 225 с. — DOI: <https://doi.org/10.12737/1731-9>. - ISBN 978-5-369-01731-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1019421>

2. Резяпкин, В. И. Молекулярная биология: практикум : учебное пособие / В. И. Резяпкин. — 6-е изд., перераб. — Гродно : ГрГУ им. Янки Купалы, 2022. — 45 с. — ISBN 978-985-582-478-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/262364> .

3. Цымбаленко, Н. В. Практикум по молекулярно-биологическим методам : учебное пособие / Н. В. Цымбаленко, А. А. Жукова, П. С. Кудрявцева. — Санкт-Петербург : РГПУ им. А. И. Герцена, 2020. — 116 с. — ISBN 978-5-8064-2888-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/252530>

в) Информационные ресурсы:

1. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov>
2. <https://www.vir.nw.ru>
3. <https://www.embl.org>
4. <https://www.ddbj.nig.ac.jp/index-e.html>
5. <https://www.medline.ru>
6. <https://molbiol.ru>
7. <https://www.ngrl.org.uk/wessex>
8. <https://gene-quantification.info>
9. <https://jmg.bmj.com>
10. <https://atlasgeneticsoncology.org/index.html>

г) Периодические издания

Журналы:

1. Генетика.
2. Известия РАН. Серия биологическая.
3. Молекулярная биология.
4. Успехи современной биологии.

д) Информационные справочные системы и профессиональные базы данных:

1. Электронная библиотека Вавиловского университета – <http://library.sgau.ru>
2. Университетская библиотека ONLINE – <http://www.biblioclub.ru>.
3. Электронная библиотека Гумер – <http://www.gumer.info>
4. Электронная библиотека учебников – <http://studentam.net>
5. Электронная библиотечная система «Лань» – <http://e.lanbook.com>
6. ЭБС «Юрайт» – <http://www.biblio-online.ru>.
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
8. Поисковые интернет-системы Яндекс, Rambler, Google и др.

*Рассмотрено и утверждено на заседании кафедры
«Морфология, патология животных и биология»
«23» января 2026 года (протокол № 6).*

Приложение 1

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации
Федеральное государственное
бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
Саратовский государственный
университет генетики,
биотехнологии и инженерии
имени Н.И. Вавилова
(ФГБОУ ВО Вавиловский университет)
пр-кт им. Петра Столыпина зд.4, стр.3,
г. Саратов, 410012
факс: (8452) 23-47-81, тел.: 23-32-92
e-mail: rector@vavilovsar.ru

УТВЕРЖДАЮ
Ректор ФГБОУ ВО
Вавиловский университет

_____ Д.А. Соловьев
« ____ » _____ Г.

ПРОТОКОЛ № _____ заседания экзаменационной комиссии

от « ____ » _____ Г.

Состав комиссии: (утвержден приказом № ____ -ОД от _____ 20__ г.):
_____ – д-р _____ . наук, профессор каф. « _____ » (председатель);
_____ – д-р _____ . наук, профессор каф. « _____ »;
д-р _____ наук, профессор каф. « _____ »; _____ – канд. _____ .
наук, доцент каф. « _____ »

СЛУШАЛИ: Прием кандидатского экзамена по дисциплине _____

Научная специальность 0.0.0. _____

от _____

(фамилия, имя, отчество)

На экзамене были заданы следующие вопросы: _____

ПОСТАНОВИЛИ: Считать, что _____
сдал(а) экзамен с оценкой _____

Председатель экзаменационной комиссии: _____ Ф.И.О

Члены экзаменационной комиссии: _____ Ф.И.О
_____ Ф.И.О
_____ Ф.И.О