

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Казанский (Приволжский) федеральный университет»



УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор
Проректор по научной деятельности

_____ Д.А. Тагорский

« 26 » _____ 2025 г.



Программа кандидатского экзамена по научной специальности
1.5.7 Генетика

Цель и задачи кандидатского экзамена по специальности 1.5.7 Генетика

Цель

Целью проведения кандидатского экзамена по специальной дисциплине является оценка степени подготовленности соискателя ученой степени кандидата наук (аспиранта/прикрепленного лица) к проведению научных исследований по научной специальности 1.5.7. Генетика и отрасли науки биологические науки, по которой подготавливается или подготовлена диссертация:

- проверка сформированности умений в области применения генетики, использования междисциплинарных установок и общенаучных понятий в решении комплексных задач теории и практики в конкретно научной исследовательской деятельности;

- владение основными генетическими категориями и генетическими методами на уровне, позволяющем получать качественные результаты при решении теоретических и прикладных задач в области генетических дисциплин;

- получение практических навыков аргументации в обосновании научного статуса и актуальности конкретной исследовательской задачи, в работе с внеэмпирическими методами оценки выдвигаемых проблем и гипотез.

Сдача кандидатских экзаменов обязательна для присуждения ученой степени кандидата наук.

Задачами является выявление

- способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;

- способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области генетики;

- способность осуществлять исследование механизмов и закономерностей наследования признаков; использование генетических систем – в хозяйственных и медицинских целях.

Основные требования

Кандидатский экзамен по образовательной программе высшего образования – программе подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению подготовки 1.5 Биологические науки, по научной специальности 1.5.7. – Генетика охватывают стандартные разделы университетских курсов по общей генетике, селекции, молекулярной генетике, геной инженерии, медицинской, экологической и популяционной генетике, генетике человека. Подробное содержание разделов приведено ниже.

Порядок проведения кандидатского экзамена

Кандидатский экзамен проводится на основе билетов. В каждом экзаменационном билете по 2 вопроса. Экзамен проходит в письменной форме. Подготовка к ответу составляет 1 академический час (60 минут) без перерыва с момента раздачи билетов. Задания оцениваются от 0 до 100 баллов в зависимости от полноты и правильности ответов.

Критерии оценивания

Оценка за письменную работу выставляется в соответствии с критериями, приведенными ниже.

Отлично (80-100 баллов)

Соискатель безошибочно ответил на вопросы, представленные в билете, а также продемонстрировал свободное владение материалом при ответе на дополнительные вопросы. При этом он обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание материала, умение свободно выполнять задания, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной данной программой, усвоил взаимосвязь основных понятий генетики в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.

Хорошо (60-80 баллов)

Соискатель безошибочно ответил на вопросы, представленные в билете, но не точно или не в полном объеме раскрыл дополнительно заданные вопросы. При этом он обнаружил систематический характер знаний в области генетики и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.

Удовлетворительно (40-60 баллов)

Соискатель ответил на вопросы, представленные в билете, но затруднялся в ответах на дополнительные вопросы. При этом он обнаружил знание основ генетики в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, знаком с основной литературой, рекомендованной данной программой, обладает необходимыми знаниями для устранения погрешностей, допущенных в ответе на экзамене, под руководством преподавателя.

Неудовлетворительно (менее 40 баллов)

Соискатель затруднялся в ответах на вопросы билета, отвечал только после наводящих вопросов, демонстрировал слабое знание при ответе на дополнительные вопросы либо не ответил ни на один из дополнительных вопросов. При этом он обнаружил значительные пробелы в знаниях основ генетики, допустил принципиальные ошибки в ответах на вопросы билета и не способен продолжить обучение по генетике.

**Вопросы программы кандидатского экзамена по научной специальности
1.5.7 Генетика**

Генетика как наука

Краткая история генетики. Разделы современной генетики. Роль и место генетики в системе естественных наук. Роль отечественных ученых в развитии генетики и селекции (Н. И. Вавилов, А. С. Серебровский, Н. К. Кольцов, Ю. А. Филипченко, С. С. Четвериков и др.). Значение генетики для решения задач селекции, медицины, биотехнологии, экологии.

Хромосомная теория наследственности

Основные положения хромосомной теории наследственности. Аллели. Доминантные и рецессивные признаки. Закон «чистоты» гамет и его цитологический механизм. Гомозиготность и гетерозиготность. Взаимодействие аллелей. Относительный характер доминирования. Возможные биохимические механизмы доминирования. Закономерности наследования в дигибридных и полигибридных скрещиваниях при моногенном контроле каждого признака: единообразие первого поколения и расщепление во втором поколении. Плейотропное действие гена. Понятие об экспрессивности, пенетрантности гена и норме реакции. Возможные отклонения от расщепления, связанные с этими явлениями. Отклонения от менделевских расщеплений при взаимодействии генов. Основные типы неаллельных взаимодействий: комплементарность, эпистаз и полимерия.

Биохимические основы неаллельных взаимодействий. Особенности наследования количественных признаков. Закон независимого наследования признаков и его цитологический механизм. Хромосомное определение пола и наследование признаков, сцепленных с полом. Методы количественной оценки частоты возникновения рецессивных летальных мутаций у дрозофилы.

Цитоплазматическая наследственность

Закономерности цитоплазматического наследования. Критерии цитоплазматического, внеядерного наследования. Клеточные органеллы, содержащие ДНК как носители наследственной информации. Симбиотическая гипотеза происхождения эукариотической клетки. Структура генома клеточных органелл.

Сцепленное наследование и процесс рекомбинации

Значение работ школы Т. Моргана в изучении сцепленного наследования признаков. Особенности наследования при сцеплении генов. Кроссинговер и его цитологический механизм. Доказательства физического обмена участками хромосом при кроссинговере (опыт К. Штерна, опыт Х. Крейтона и Б. Мак-Клинтока). Значение анализирующего скрещивания и тетрадного анализа при изучении кроссинговера. Полное сцепление генов. Способы определения группы сцепления гена. Неполное сцепление генов.

Наследование пола

Эпигамный, прогамный и сингамный способы определения пола у животных. Переопределение пола у рыб (опыт Ямамото). Определение пола у млекопитающих. Первичные и вторичные половые признаки. Роль гормонов в развитии признаков пола. Генетическая бисексуальность организмов. Фримартини. Искусственный партеногенез и андрогенез у тутового шелкопряда (работы Б.Л. Астаурова) Балансовая теория определения пола у дрозофилы. Молекулярный механизм определения пола у дрозофилы. Наследование признаков при нерасхождении половых хромосом у дрозофилы. Гинандоморфизм. Наследование в линии дрозофилы со сцепленными X-хромосомами. Аллополиплоидия. Амфидиплоидия как способ восстановления плодовитости отдаленных гибридов. Ресинтез видов. Анэуплоидия: моносомии, нуллисомии, трисомии. Наследование признаков у анэуплоидов.

Генетика человека

Особенности человека как объекта генетических исследований. Методы изучения генетики человека: генеалогический, близнецовый, цитогенетический, биохимический, онтогенетический, популяционный. Использование метода гибридизации соматических клеток для генетического картирования хромосом человека. Изучение структуры и активности генома человека с помощью молекулярной генетики. Проблемы медицинской генетики – врожденные и наследственные болезни, их распространение в человеческих популяциях. Хромосомные и генные болезни. Болезни с наследственной предрасположенностью. Скрининг генных дефектов. Использование биохимических методов для выявления гетерозиготных носителей и диагностики наследственных заболеваний. Причины возникновения наследственных и врожденных заболеваний. Генетическая опасность радиации и химических веществ. Генотоксикология. Перспективы лечения наследственных болезней.

Генетический код

Кодирование генетической информации. Расшифровка структуры кодонов. Вырожденность (избыточность) кода. Универсальность кода. Генетический словарь митохондрий. Основные свойства генетического кода. Доказательства триплетности кода, неперекрываемости кодонов, коллинеарности кода. Модели репликации кольцевых и

линейных ДНК. Доказательства генетической роли нуклеиновых кислот. Энзимологический подход к изучению функции гена. Принцип «один ген - один фермент». Современное понимание этого принципа. Молекулярная организация хромосом эукариот и прокариот. Компоненты хроматина: ДНК, РНК, гистоны и другие белки. Изменение в организации морфологии хромосом в ходе митоза и мейоза. Понятие о нуклеосомах. Уровни упаковки хроматина у эукариот. Повторяющиеся последовательности в геноме эукариот, их характеристика.

Репликация

Основные правила репликации: начало репликации в определенной точке на хромосоме, одновременная репликация обеих цепей, репликация короткими фрагментами. Понятие о репликоне. События, происходящие в репликационной вилке. Ферменты и белки, принимающие участие в процессе репликации, на примере *E. coli*. Системы рестрикции и модификации. Рестрикционные эндонуклеазы. Особенности репликации хромосом эукариот. Доказательства полуконсервативного способа репликации ДНК. Репликация ДНК *in vitro*. Работы А. Корнберга.

Транскрипция

Молекулярные механизмы транскрипции. Инициация и терминация процесса транскрипции у бактерий и эукариот. Регуляция процесса транскрипции. Теория оперона Ф. Жакоба и Ж. Моно. Регуляция работы лактозного оперона у *E. coli*. Принципы негативного и позитивного контроля. Регуляция транскрипции с помощью аттенуации на примере триптофанового оперона. Регуляция работы гена на посттранскрипционном уровне. Понятие об альтернативном сплайсинге. Реорганизация генома как способ регуляции действия гена: амплификация генов, транспозиция генов иммуноглобулинов.

Трансляция

Основные этапы трансляции. Инициация процесса: иницирующие кодоны, тРНК и белковые факторы. Образование пептидной связи. Терминация синтеза. Терминирующие кодоны. Регуляция действия генов на уровне трансляции: дискриминация мРНК у эукариот, синтез рибосомных белков у бактерий, роль рибосом и гуанозинтетрафосфата.

Рекомбинация

Модель гомологичной рекомбинации (модель Холлидея). Механизм гомологичной рекомбинации: основные белки, осуществляющие рекомбинацию. Сайт-специфическая рекомбинация. Молекулярный механизм интеграции и исключения хромосомы фага лямбда. Генетические карты и принцип их построения у эукариот. Использование данных цитогенетического анализа для локализации генов. Цитологические карты хромосом. Митотический кроссинговер и его использование для картирования хромосом. Построение физических карт хромосом с помощью методов молекулярной биологии.

Генетическая трансформация

Генетическая трансформация у бактерий. Понятие о компетентности. Одиночные и двойные трансформанты. Трансдукция у бактерий. Образование трансдуцирующих частиц. Лизогения и состояние профага. Общая и специфическая трансдукция. Конъюгация у бактерий. Ориентированный перенос хромосомы. Штаммы Hfr. Картирование хромосомы в единицах времени. Молекулярная организация мобильных генетических элементов. Роль мобильных элементов генома в возникновении хромосомных aberrаций и генных мутаций.

Генетическая токсикология

Генетический контроль мутационного процесса. Связь мутабельности с процессом репликации. Гены мутаторы и антимутаторы. Понятие о мутагенных индуцибельных путях

репарации. Генетическая опасность загрязнения окружающей среды. Мутагены окружающей среды и методы их тестирования. Радиационный мутагенез. Закономерности «доза – эффект». Характеристика молекулярной природы генных мутаций: замена пар оснований, выпадение и вставка пар оснований. Классификация генных мутаций. Прямые и обратные мутации, реверсии, супрессорные мутации. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости (Н. И. Вавилов). Проблема стабильности генетического материала. Механизм эксцизионной репарации. Механизмы рекомбинационной репарации и SOS-репарации. Молекулярная организация хромосом эукариот. Компоненты хроматина: ДНК, РНК, гистоны и другие белки. Понятие о нуклеосомах. Уровни упаковки хроматина у эукариот.

Генетика популяций

Понятие о виде и популяции. Популяция как естественно-историческая структура. Генетическая гетерогенность популяций. Методы изучения природных популяций. Генетическая структура популяций само- и перекрестно-оплодотворяющихся организмов. Понятие о частотах генотипов и частотах аллелей (генов). Закон Харди- Вайнберга. Модификационная изменчивость. Формирование признаков как результат взаимодействия генотипа и факторов среды. Естественный отбор как направляющий фактор эволюции популяций. Понятие о приспособленности и коэффициенте отбора. Формы отбора: движущий, стабилизирующий, дизруптивный. Роль генетических факторов в эволюции. Понятие о норме реакции генотипа. Доказательства ненаследуемости модификаций. Учение В. Иогансена о популяциях и чистых линиях. Аутбридинг. Инбридинг и гетерозис, их использование в селекции. Возможные генетические механизмы гетерозиса.

Генная инженерия

Задачи клеточной инженерии. Генетика соматических клеток. Гетерокарионы. Гибридомы. Проблема клонирования. Клонирование генов. Векторные молекулы. Бактериальные штаммы для клонирования. Получение трансгенных организмов. Ферменты генетической инженерии: эндонуклеазы рестрикции, лигаза, щелочная фосфатаза, полимеразы. Генетически модифицированные продукты питания. Методы выделения и искусственного синтеза генов. Понятие о векторах. Способы получения рекомбинантных молекул ДНК, методы клонирования генов. Банк генов.

Учебно-методическое обеспечение и информационное обеспечение программы кандидатского экзамена по научной специальности 1.5.7 Генетика

Основная литература

1. Пассарг, Э. Наглядная генетика: учебное пособие / Э. Пассарг; перевод с английского под редакцией Д. В. Ребрикова. — 4-е изд. (эл.). — Москва: Лаборатория знаний, 2025. — 511 с. — ISBN 978-5-93208-762-6. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/451523> (дата обращения: 15.12.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Общая генетика: учебное пособие для вузов / Е. А. Вертикова, В. В. Пыльнев, М. И. Попченко, Я. Ю. Голиванов; под редакцией Е. А. Вертикова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2025. — 112 с. — ISBN 978-5-507-50661-3. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/454442> (дата обращения: 15.12.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Гарипова, Р. Ф. Общая генетика: учебное пособие / Р. Ф. Гарипова. — Оренбург: Оренбургский ГАУ, 2022. — 157 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/311933> (дата обращения: 15.12.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Кадиев, А. К. Генетика. Наследственность и изменчивость и закономерности их реализации: учебное пособие / А. К. Кадиев. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург: Лань, 2020. — 332 с. — ISBN 978-5-8114-4985-9. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/130187> (дата обращения: 15.12.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Зенкина, В. Г. Основы классической генетики: учебное пособие / В. Г. Зенкина, О. А. Солодкова. — Владивосток: ТГМУ, 2016. — 92 с. — ISBN 978-5-98301-087-1. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/309698> (дата обращения: 15.12.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
6. Иванищев, В. В. Основы генетики: учебник / В.В. Иванищев. — Москва: РИОР: ИНФРА-М, 2026. — 251 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI: <https://doi.org/10.12737/17443>. - ISBN 978-5-369-01996-2. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2216032> (дата обращения: 15.12.2025). — Режим доступа: по подписке.

Дополнительная литература

1. Пухальский, В. А. Введение в генетику: учебное пособие / В. А. Пухальский. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: ИНФРА-М, 2026. — 273 с. — (Высшее образование). — DOI 10.12737/1019851. - ISBN 978-5-16-020772-8. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2224097> (дата обращения: 15.12.2025). — Режим доступа: по подписке.
2. Нахаева, В. И. Практический курс общей генетики [Электронный ресурс]: учеб. пособие для студентов биологических специальностей педагогических высших учебных заведений / В. И. Нахаева. - 2-е изд., стереотип. - М.: ФЛИНТА, 2011. - 210 с.: ил. - ISBN 978-5-9765-1204-7. <http://znanium.com/catalog/product/406327>
3. Луканин, А. В. Инженерная биотехнология: основы технологии микробиологических производств: учебное пособие / А.В. Луканин. — Москва: ИНФРА-М, 2024. — 304 с. — (Высшее образование). — DOI 10.12737/18209. - ISBN 978-5-16-019554-4. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2126761> (дата обращения: 15.12.2025). — Режим доступа: по подписке.
4. Сусянок, Г. М. Основы биохимии: учебник / Г.М. Сусянок. — 2-е изд., испр. — Москва: ИНФРА-М, 2025. — 400 с. — (Высшее образование). — DOI 10.12737/1003787. - ISBN 978-5-16-019160-7. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2175126> (дата обращения: 15.12.2025). — Режим доступа: по подписке.
5. Иванищев, В. В. Молекулярная биология: учебник / В. В. Иванищев. — 2-е изд. — Москва: РИОР: ИНФРА-М, 2024. — (Высшее образование). — 233 с. — DOI: <https://doi.org/10.29039/01857-6>. - ISBN 978-5-369-01857-6. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2122970> (дата обращения: 15.12.2025). — Режим доступа: по подписке.
6. Нефедова, Л. Н. Применение молекулярных методов исследования в генетике: учебное пособие / Л. Н. Нефедова. — Москва: ИНФРА-М, 2026. — 104 с. — (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-019028-0. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2224072> (дата обращения: 15.12.2025). — Режим доступа: по подписке.

Информационное обеспечение

1. Электронно-библиотечная система [znanium.com](http://www.znanium.com) <http://www.znanium.com>
2. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» <http://www.studmedlib.ru>
3. Электронная библиотечная система «Издательство «Лань» <http://e.lanbook.com/>
4. База знаний по биологии человека - <http://humbio.ru/humbio/genetics.htm>

5. Биомолекула - <http://biomolecula.ru/>
6. Инфанта - <http://www.infanata.com/>
7. Олиго - <http://olig.ru/>
8. Элементы ру - <http://elementy.ru/>