

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ВСЕРОССИЙСКИЙ ИНСТИТУТ  
ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ РАСТЕНИЙ имени Н.И. ВАВИЛОВА» (ВИР)

УТВЕРЖДЕНО  
Решением Ученого совета ВИР  
Протокол № 17 от 22.09.2022



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ВИР  
Профессор РАН  
Е.К. Хлесткина  
Светлана 2022 г.

**ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА  
ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

**Уровень образования:** высшее образование - подготовка кадров высшей квалификации  
**Группа научных специальностей:** 1.5 Биологические науки  
**Научная специальность:** 1.5.7 Генетика  
**Форма обучения:** Очная

Санкт-Петербург  
2022 г.

Программа кандидатского экзамена имеет целью содействовать подготовке соискателей ученой степени кандидата наук к приобретению глубоких и упорядоченных знаний в области генетики. Прикладной задачей является подготовка к сдаче кандидатского экзамена по основным разделам науки генетики. Соискатели ученой степени должны продемонстрировать высокий уровень знаний, умений и навыков в области генетики.

### **Перечень вопросов к кандидатскому экзамену**

1. Закономерности наследования, открытые Г. Менделем. Представление Г. Менделя о дискретной наследственности. Условия осуществления менделевских закономерностей.
2. Представление об аллелях и их взаимодействиях. Относительный характер доминирования. Возможные биохимические механизмы доминирования. Плейотропное действие генов. Пенетрантность и экспрессивность.
3. Доказательства генетической роли нуклеиновых кислот. Структура ДНК и РНК. Функции нуклеиновых кислот в реализации генетической информации.
4. Генетический код и его свойства. Мутации, связанные с нарушениями генетического кода. Классификация мутаций.
5. Строение хромосом. Кариотип. Митотический цикл и фазы митоза. Изменения в организации морфологии хромосом в ходе митоза и мейоза. Репродукция хромосом. Политенные хромосомы дрозофилы как модельный объект генетических исследований.
6. Молекулярная организация хромосом прокариот и эукариот. Компоненты хроматина: ДНК, РНК, гистоны, другие белки. Уровни упаковки хроматина, нуклеосомы. Эухроматин и гетерохроматин.
7. ДНК-основной материальный носитель наследственности. Химический состав и видовая специфичность ДНК. Модель ДНК Уотсона и Крика. Репликация ДНК и ее типы. Ферменты репликации.
8. Биосинтез белка. Регуляция белкового синтеза.
9. Ген как единица функции. Перекрытие генов в одном участке ДНК. Молекулярно-генетические подходы в исследовании тонкого строения генов. Интрон-экзонная организация генов эукариот, альтернативный сплайсинг.
10. Понятие о генных векторах. Способы получения рекомбинантной ДНК, методы клонирования генов. Прямые методы переноса генов (микроинъекция, электропорация, биобаллистика, с помощью липосом и т.д.). Использование Ti-плазмид *A. tumefaciens* в качестве векторов в генной инженерии растений.
11. Наследование признаков при взаимодействии генов. Неаллельные взаимодействия генов: комплементарность, эпистаз, полимерия. Биохимические основы неаллельных взаимодействий.
12. Типы доминирования. Закон единообразия гибридов первого поколения. Закон чистоты гамет. Закон расщепления гибридов. Реципрокные, возвратные и анализирующие скрещивания.
13. Закон независимого комбинирования генов. Общая формула расщеплений при независимом наследовании. Значение мейоза в осуществлении законов чистоты гамет и независимого наследования признаков.
14. Закономерности наследования в ди- и полигибридных скрещиваниях. Статистический характер расщеплений. Отклонения от «менделевских» расщеплений при ди- и полигенном контроле признаков.
15. Эпигенетические механизмы.
16. Современное представление о системах генетического контроля количественных признаков. QTL-анализ.
17. Количественные признаки. Полногеномный анализ ассоциаций.
18. Высокопроизводительное секвенирование. Генотипирование образцов растений при помощи SNP-чипов, GBS – метод.

19. Гены-модификаторы, гены-супрессоры. Трансгрессия.
20. Доказательства участия хромосом в передаче наследственной информации. Основные положения хромосомной теории наследственности Т. Моргана.
21. Половые хромосомы. Значение реципрокных скрещиваний для изучения сцепленных с полом признаков. Хромосомное определение пола. Пол и половые хромосомы у растений. Влияние факторов внутренней и внешней среды на развитие признаков пола. Экспериментальное изменение соотношения полов и получение особей нужного пола.
22. Наследование признаков, сцепленных с полом. Наследование признаков при нерасхождении половых хромосом. Наследование ограниченных полом и зависимых от пола признаков. Практическое использование в сельском хозяйстве сцепленного с полом наследования.
23. Кроссинговер. Механизм кроссинговера. Величина перекреста и линейное расположение генов в хромосоме. Одинарный и множественный перекрест. Интерференция. Цитологические доказательства кроссинговера. Неравный кроссинговер. Митотический кроссинговер. Факторы, влияющие на кроссинговер.
24. Генетические карты, принцип их построения у эукариот. Соотношение кроссоверной и молекулярной карт генов. Построение физических карт хромосом с помощью методов молекулярной биологии.
25. ДНК маркеры. Основные типы ДНК маркеров.
26. Маркер опосредованная селекция. Применение ДНК маркеров в селекции.
27. Представление о плазидах, эписомах и мобильных генетических элементах (инсерционные последовательности, транспозоны) прокариот. Плазмидное наследование. Свойства плазмид. Использование плазмид в генетических исследованиях.
28. Рекомбинация. Доказательство механизма общей рекомбинации по схеме «разрыв-воссоединение». Молекулярная модель рекомбинации по Холлидею. Сайт-специфическая рекомбинация. Генетический контроль и механизмы процессов транспозиции.
29. Закономерности нехромосомного наследования. Материнский эффект цитоплазмы. Пластидная и митохондриальная наследственность. Взаимодействие ядерных и внеядерных генов.
30. Цитоплазматическая мужская стерильность у растений. Практическое использование ЦМС у различных сельскохозяйственных растений
31. Отбор. Формы естественного отбора: стабилизирующий, дизруптивный, движущий. Формы искусственного отбора: по фенотипу, по генотипу, линейная и семейная селекция. Селекция по нескольким признакам одновременно, генетическая корреляция.
32. Типы изменчивости. Модификационная (паратипическая) изменчивость. Формирование признаков как результатов взаимодействия генотипа и факторов среды. Норма реакции генотипа. Наследственная изменчивость, ее типы.
33. Мутационная изменчивость. Мутации как исходный материал эволюции. Основные положения мутационной теории Де Фриза. Естественный мутагенез. Влияние генотипа и физиологического состояния на спонтанную мутабельность.
34. Популяция. Генетическая структура популяции. Генетическое равновесие Харди-Вайнберга. Факторы, нарушающие генетическое равновесие, последствия и значение для эволюции. Комбинативная изменчивость, механизм ее возникновения, роль в эволюции и селекции.
35. Геномные изменения: полиплоидия, анеуплоидия. Аллополиплоиды. Амфидиплоидия как механизм возникновения плодовых аллополиплоидов. Особенности мейоза и образования гамет у анеуплоидов, их жизнеспособность и плодовитость.
36. Хромосомные перестройки. Механизмы их возникновения, использование в генетическом анализе для локализации отдельных генов и составления генетических карт. Особенности мейоза при различных типах перестроек.

37. Основные типы мутаций и принципы их классификации. Классификация мутаций по действию на структуры клетки. Геномные мутации. Хромосомные aberrации: транслокации, инверсии, делеции, дупликации, транспозиции. Механизмы возникновения хромосомных aberrаций. Эффект положения гена.
38. Классификация генных мутаций. Общая характеристика молекулярной природы возникновения генных мутаций. Химический мутагенез. Особенности мутагенного действия химических агентов. Факторы, модифицирующие мутационный процесс.
39. Роль мобильных генетических элементов в возникновении генных мутаций и хромосомных перестроек.
40. Индуцированный мутагенез. Понятие о мутагенах и их классификация. Виды, способы воздействия и дозировки основных мутагенов. Факторы, влияющие на частоту спонтанных и индуцированных мутаций.
41. Репарация повреждений генетического материала. Темновая репарация и фотореактивация.
42. Структурная организация генома эукариот. Семейства генов. Псевдогены. Проблемы происхождения и молекулярной эволюции генов. Регуляторные элементы генома.
43. Повторяющиеся элементы генома. Мобильные элементы генома. Классификация и биологическая роль.
44. Молекулярные механизмы регуляции действия генов. Принципы негативного и позитивного контроля. Оперонные системы регуляции (теория Жакоба и Моно). Генетический анализ лактозного оперона.
45. Молекулярные механизмы регуляции действия генов. Регуляторная область гена. Регуляция транскрипции у эукариот. Транскрипционно активный хроматин. Регуляторная роль гистонов, негистоновых белков, гормонов. Посттранскрипционный уровень регуляции синтеза белков.
46. Рекомбинация: гомологический кроссинговер, сайт-специфическая рекомбинация, транспозиции. Генная конверсия.
47. Генетический контроль и молекулярные механизмы репликации. Генетический контроль мутационного процесса. Связь мутабельности с функциями аппарата репликации. Механизмы спонтанного мутагенеза.
48. Основы генетической инженерии: трансформация клеток высших организмов, введение генов в зародышевые и соматические клетки. Получение трансгенных организмов.
49. Система CRISPR-Cas и получение редактированных растений.
50. Понятие о структурной, функциональной и эволюционной геномике. Молекулярно-генетические методы картирования генома. Локализация генов с помощью гибридизации нуклеиновых кислот
51. Молекулярно-генетические основы эволюции. Задачи геносистематики. Значение генетики популяций для медицинской генетики, селекции, решения проблем сохранения генофонда и биологического разнообразия.
52. Понятие о полиплоидии. Роль полиплоидии в эволюции и селекции. Митотическая, зиготическая и мейотическая полиплоидия.
53. Автополиплоидия. Особенности мейоза и характер расщепления у тетраплоидных форм при моно- и дигибридном скрещивании. Триплоиды. Использование автополиплоидов в селекции растений. Понятие генома и аллополиплоидии. Типы аллоплоидов. Работы Г.Д. Карпеченко по созданию *Raphanobrassica*.
54. Роль амфиплоидии в восстановлении плодовитости отдаленных гибридов. Синтез и ресинтез видов. Роль аллополиплоидии в эволюции и селекции растений. Получение и использование ржано-пшеничных амфидиплоидов – тритикале.
55. Анеуплоидия. Типы анеуплоидов. Механизм возникновения анеуплоидов. Значение анеуплоидов для генетических исследований. Получение дополненных и замещенных линий и их практическое использование.

56. Гаплоидия. Методы экспериментального получения гаплоидов. Использование гаплоидии в генетике и селекции.
57. Инбридинг (инцухт). Генетическая сущность инбридинга. Последствия инбридинга у перекрестноопыляющихся культур. Инбредный минимум. Характеристика инцухт-линий и их практическое использование. Установление равновесия в различных ситуациях с инбридингом.
58. Явление гетерозиса. Типы гетерозиса. Теории гетерозиса: доминирование, сверхдоминирование, генетического баланса компенсационных факторов. Практическое использование гетерозиса у различных сельскохозяйственных растений.
59. Множественный аллелизм. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости (Н.И.Вавилов). Значение наследственной изменчивости организмов для селекционного процесса и эволюции.
60. Центры происхождения культурных растений по Н.И.Вавилову. Понятие о породе, сорте, штамме. Сохранение генофонда ценных культурных и диких форм растений и животных.

#### **Рекомендуемая литература:**

1. Айала Ф., Кайгер Дж. Современная генетика: В 3 т. М.: Мир. 1987-1988. Т.1 – 295 с. Т.2 – 368 с. Т.3 – 335 с.
2. Алиханян С.И., Акифьев А.П., Чернин Л.С. Общая генетика. М.: Высш. шк. 1985. – 446 с.
3. Гершензон С.М. Основы современной генетики. Киев: Наук. думка. 1983. – 558 с.
4. Гершкович И. Генетика. М.: Наука. 1968. – 698 с.
5. Дубинин Н.П. Генетика. Кишинев: Штиинца. 1985. – 533 с.
6. Дубинин Н.П. Избранные труды: В 4 т. М.: Наука. Т. 1: Проблемы гена и эволюции. 2000. 545 с. Т. 2: Радиационный и химический мутагенез. 2000. – 465 с.
7. Жимулёв И.Ф. Общая и молекулярная генетика: Учеб. пособие – 2-ое издание. Новосибирск: Сиб. унив. изд-во. 2003. – 479 с.
8. Жимулёв И.Ф. Общая и молекулярная генетика: Учеб. пособие – 3-е издание. Новосибирск: Сиб. унив. изд-во. 2006. – 478 с.
9. Жученко А.А., Гужов Ю.Л. и др. Генетика. М.: КолосС, 2003, 2004, 2006. – 480 с.
10. Инге-Вечтомов С.Г. Генетика с основами селекции. М.: Высш. шк., 2010. – 740 с.
11. Кайданов Л.З. Генетика популяций. М.: Высш. шк., 1996. – 320 с.
12. Картель Н.А., Макеева Е.Н., Мезенко А.М. Генетика: Энциклопедический словарь. Минск: Тэхналогія. 1999. – 447 с.
13. Лобашев М.Е. Генетика. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та. 1967. – 751 с.
14. Лутова Л.А., Проворов Н.А., Тиходеев О.Н. Генетика развития растений. СПб.: Наука, 2000. – 539 с.
15. Льюин Б. Гены. М.: Мир. 1987. – 544 с.
16. Мюнтцинг А. Генетика. М.: Мир. 1967. – 600 с.
17. Натали В.Ф. Основные вопросы генетики. М.: Просвещение. 1967. – 207 с.
18. Основы цитогенетики человека / Под. ред. А.А. Прокофьевой–Бельговской. М.: Медицина. 1969. – 544 с.
19. Пухальский В.А. Введение в генетику: Учебное пособие, М.: Инфра-М, 2015. – 224 с.
20. Рокицкий П.Ф. Введение в статистическую генетику. Минск: Высшая школа. 1974. – 447 с.
21. Сингер М., Берг П. Гены и геномы: в 2 т. М.: Мир. 1998. Т.1. – 373 с. Т.2. – 391 с.
22. Тимофеев-Ресовский Н.В., Воронцов Н.Н., Яблоков А.В. Краткий очерк теории эволюции. М.: Наука. 1977. – 301 с.

23. Уотсон Дж. Д. Двойная спираль: воспоминания об открытии ДНК. М.: Мир. 1969. – 152 с.
24. Уотсон Дж. Молекулярная биология гена. М.: Мир. 1967. – 461 с.
25. Шмальгаузен И.И. Факторы эволюции. М.: Наука. 1968. – 451 с.
- 26.

### Перечень ресурсов информационно - телекоммуникационной сети «Интернет»

<https://www.vir.nw.ru/trudy/> Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции  
<https://www.vir.nw.ru/vavilovia/> Вавиловия  
<https://www.vir.nw.ru/publishing-department/> Издательство ВИР  
<http://www.rgo.ru/2010/09/biologicheskie-resursy> Русское географическое общ-во  
[www.sevin.ru/bioresrus/](http://www.sevin.ru/bioresrus/) биоресурсы России  
[gendocs.ru/](http://gendocs.ru/) природные ресурсы РФ  
[www.geo-engine.ru](http://www.geo-engine.ru) георесурсы мира  
<http://www.biodat.ru/> - Биологическое разнообразие России.  
<http://www.iucnredlist.org/> - Международная Красная книга.  
 Электронно-библиотечная система (ЭБС) "Издательство "Лань"

### Шкала и критерии оценивания ответа

Шкала и критерии оценивания ответа обучающегося на кандидатском экзамене представлены в таблице.

Шкала	Критерии оценивания
«Отлично»	<ul style="list-style-type: none"> <li>- аспирант полно усвоил учебный материал;</li> <li>- показывает знание основных понятий дисциплины, грамотно пользуется терминологией;</li> <li>- проявляет умение анализировать и обобщать информацию, навыки связного описания явлений и процессов;</li> <li>- демонстрирует умение излагать материал в определенной логической последовательности;</li> <li>- показывает умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами;</li> <li>- демонстрирует сформированность и устойчивость знаний, умений и навыков</li> </ul>
«Хорошо»	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет место один из недостатков:</li> <li>- в усвоении учебного материала допущены пробелы, не исказившие содержание ответа;</li> <li>- в изложении материала допущены незначительные неточности.</li> </ul>
«Удовлетворительно»	<ul style="list-style-type: none"> <li>- знание основного программного материала в минимальном объеме, погрешности не принципиального характера в ответе на экзамене: неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопросов;</li> <li>- имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, описании явлений и процессов, исправленные после наводящих вопросов;</li> <li>- выявлена недостаточная сформированность знаний, умений и навыков, аспирант не может применить теорию в новой ситуации.</li> </ul>

<b>«Неудовлетворительно»</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- пробелы в знаниях основного программного материала, принципиальные ошибки при ответе на вопросы;</li><li>- обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала;</li><li>- допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, в описании явлений и процессов, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов;</li><li>- не сформированы компетенции, отсутствуют соответствующие знания, умения и навыки.</li></ul>
------------------------------	--