

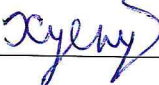
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ УФИМСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК**

РЕКОМЕНДОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИБГ УФИЦ РАН

Заместитель руководителя УФИЦ РАН

  
\_\_\_\_\_ Э.К. Хуснутдинова



  
\_\_\_\_\_ В.Б. Мартыненко

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

  
\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**ПРОГРАММА**


кандидатского экзамена по научной специальности

**1.5.7. Генетика**

Программа составлена в соответствии с научной специальностью и отраслью науки, предусмотренными номенклатурой научных специальностей, по которым присуждаются учёные степени (утверждена Приказом Минобрнауки России от 24.02.2021 г. № 118).

Уфа – 2022

Разработчик(и)


  
\_\_\_\_\_ д.б.н., доц. А.С. Карунас

Согласовано:

Заведующий отделом аспирантуры УФИЦ РАН

  
\_\_\_\_\_ /М.Ю. Тимофеева

Ученый секретарь ИБГ УФИЦ РАН

  
\_\_\_\_\_ /Ф.Р. Гималов

## СОДЕРЖАНИЕ КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА

### 1. Общие сведения

Предмет генетики. Истоки генетики. Понятие: ген, генотип, фенотип, мутации. Место генетики среди биологических наук. Истоки генетики. Понятия: ген, генотип и фенотип. 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.).

Место генетики среди биологических наук. Значение генетики для решения задач селекции, медицины, биотехнологии, экологии.

### 2. Материальные основы наследственности

Понятие о генетической информации. Доказательства роли ядра и хромосом в явлениях наследственности. Локализация генов в хромосомах. Роль цитоплазматических факторов в передаче наследственной информации.

Деление клетки и воспроизведение. Митотический цикл и фазы митоза. Мейоз и образование гамет. Конъюгация хромосом. Редукция числа хромосом. Генетическая роль митоза и мейоза. Кариотип. Парность хромосом в соматических клетках. Гомологичные хромосомы. Специфичность морфологии и числа хромосом.

Молекулярные основы наследственности. Истоки биохимической генетики. Концепция «один ген – один полипептид». Белок как элементарный признак.

Доказательства генетической роли нуклеиновых кислот (трансформация у бактерий, опыты с вирусами). Структура ДНК и РНК. Модель ДНК Уотсона и Крика. Функции нуклеиновых кислот в реализации генетической информации: репликация, транскрипция и трансляция. Методологическое значение принципа передачи генетической информации: ДНК $\leftrightarrow$ РНК $\Rightarrow$ белок. Свойства генетического кода. Доказательства триплетности кода. Расшифровка кодонов. Вырожденность кода. Терминирующие кодоны. Понятие о генетической супрессии. Универсальность кода.

Строение хромосом: хроматида, хромомеры, эухроматические и гетерохроматические районы хромосом. Изменения в организации морфологии хромосом в ходе митоза и мейоза. Репликация хромосом. Политения. Онтогенетическая изменчивость хромосом. Молекулярная организация хромосом прокариот и эукариот. Компоненты хроматина: ДНК, РНК, гистоны, другие белки. Уровни упаковки хроматина, нуклеосомы.

#### 1. Генетический анализ

Основные закономерности наследования. Цели и принципы генетического анализа. Методы: гибридологический, мутационный, цитогенетический, генеалогический, популяционный, близнецовый, биохимический.

Основы гибридологического метода: выбор объекта, отбор материала для скрещиваний, анализ признаков, применение статистического метода. Разрешающая способность гибридологического метода. Генетическая символика.

#### 3.1. Моногибридные и полигибридные скрещивания.

Закономерности наследования при моногибридном скрещивании, открытые Г. Менделем: единообразие гибридов первого поколения, расщепление во втором поколении. Представление Г. Менделя о дискретной наследственности (факториальная гипотеза).

Представление об аллелях и их взаимодействиях: полное и неполное доминирование, кодоминирование. Закон "чистоты гамет". Гомозиготность и гетерозиготность. Анализирующее скрещивание, анализ типов и соотношения гамет у гибридов. Расщепление по фенотипу и генотипу во втором поколении и анализирующем

скрещивании при моногенном контроле признака и разных типах аллельных взаимодействий (3:1, 1:2, 1:1).

Относительный характер доминирования. Возможные биохимические механизмы доминирования.

Закономерности наследования в ди- и полигибридных скрещиваниях при моногенном контроле каждого признака: единообразие первого поколения и расщепление во втором поколении. Закон независимого наследования генов. Статистический характер расщеплений. Общая формула расщеплений при независимом наследовании. Значение мейоза в осуществлении законов «чистоты гамет» и независимого наследования. Условия осуществления «менделеевских» расщеплений.

Отклонения от менделеевских расщеплений при ди- и полигенном контроле признаков. Неаллельные взаимодействия: комплементарность, эпистаз, полимерия. Биохимические основы неаллельных взаимодействий.

Особенности наследования количественных признаков (полигенное наследование). Использование статистических методов при изучении количественных признаков.

Представление о генотипе как сложной системе аллельных и неаллельных взаимодействий генов. Плейотропное действие генов. Пенетрантность и экспрессивность.

### **3.2. Хромосомное определение пола и наследование признаков, сцепленных с полом.**

Половые хромосомы, гомо- и гетерогаметный пол; типы хромосомного определения пола. Наследование признаков, сцепленных с полом. Значение реципрокных скрещиваний для изучения сцепленных с полом признаков. Наследование при нерасхождении половых хромосом. Балансовая теория определения пола. Гинандроморфизм.

### **3.3. Сцепленное наследование и кроссинговер.**

Значение работ школы Т. Моргана в изучении сцепленного наследования признаков. Особенности наследования при сцеплении. Группы сцепления.

Кроссинговер. Доказательства происхождения кроссинговера в мейозе и митозе на стадии четырех нитей. Значение анализирующего скрещивания и тетрадного анализа при изучении кроссинговера. Цитологические доказательства кроссинговера.

Множественные перекресты. Интерференция. Линейное расположение генов в хромосомах. Основные положения хромосомной теории наследственности по Т. Моргану.

Генетические карты, 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.

### **3.4. Генетический анализ у прокариот.**

Особенности микроорганизмов как объекта генетических исследований. Организация генетического аппарата у бактерий. Представление о плазидах, эписомах и мигрирующих генетических элементах (инсерционные последовательности, транспозоны).

Методы, применяемые в генетическом анализе у бактерий и бактериофагов: клональный анализ, метод селективных сред, метод отпечатков и др. Особенности процессов, ведущих к рекомбинации у прокариот. Конъюгация у бактерий: половой фактор кишечной палочки. Методы генетического картирования при конъюгации. Кольцевая карта хромосом прокариот. Генетическая рекомбинация при трансформации. Трансдукция у бактерий. Общая и специфическая трансдукция. Использование трансформации и трансдукции для картирования генов.

## **2. Внеядерное наследование**

Закономерности нехромосомного наследования, отличие от хромосомного наследования. Методы изучения: реципрокные, возвратные и поглощающие скрещивания, метод трансплантации, биохимические методы.

Материнский эффект цитоплазмы. Наследование завитка у моллюсков. Пластидная наследственность. Наследование пестролистности у растений. Наследование устойчивости к антибиотикам у хламидомонады. Митохондриальная наследственность. Наследование дыхательной недостаточности у дрожжей.

Взаимодействие ядерных и внеядерных генов. Цитоплазматическая мужская стерильность у растений.

Инфекционные факторы внеядерной наследственности. Наследование каппа- частиц у парамеций при разных способах размножения (при нормальной и продленной конъюгации, при аутогамии). Наследование сигма- фактора у дрозофилы.

Плазмидное наследование. Свойства плазмид: трансмиссивность, несовместимость, детерминирование признаков устойчивости к антибиотикам и другим лекарственным препаратам, образование колицинов и др. Использование плазмид в генетических исследованиях.

Значение изучения нехромосомного наследования в понимании проблем эволюции клеток высших организмов, происхождения клеточных органелл (пластид и митохондрий). Эндосимбиоз.

## **3. Генетическая изменчивость**

Понятие о наследственной и ненаследственной (модификационной) изменчивости. Формирование признаков как результат взаимодействия генотипа и факторов среды. Норма реакции генотипа. Адаптивный характер модификаций. Комбинативная изменчивость, механизм ее возникновения, роль в эволюции и селекции.

Геномные изменения: полиплоидия, анеуплоидия. Автополиплоиды, особенности мейоза и характер наследования. Аллополиплоиды. Амфидиплоидия как механизм возникновения плодовых аллополиплоидов. Роль полиплоидии в эволюции и селекции. Анеуплоидия: нуллисомии, моносомии, полисомии, их использование в генетическом анализе. Особенности мейоза и образования гамет у анеуплоидов, их жизнеспособность и плодовитость.

Хромосомные перестройки. Внутри- и межхромосомные перестройки: делеции, дубликации, инверсии, транслокации, транспозиции. Механизмы их возникновения, использование в генетическом анализе для локализации отдельных генов и составления генетических карт. Особенности мейоза при различных типах перестроек.

Классификация генных мутаций. Представление о прямых и обратных, генеративных и соматических, адаптивных и нейтральных, летальных и условно летальных, ядерных и неядерных, спонтанных и индуцированных мутациях. Общая характеристика молекулярной природы возникновения генных мутаций: замена оснований; выпадение или вставка оснований (нонсенс, миссенс и фреймшифт типа). Роль мобильных генетических элементов в возникновении генных мутаций и хромосомных перестроек.

Спонтанный и индуцированный мутационный процесс. Количественная оценка частот возникновения мутаций. Многоэтапность и генетический контроль мутационного процесса. Радиационный мутагенез: генетические эффекты ионизирующего излучения и УФ- лучей. Закономерности «доза – эффект». Химический мутагенез. Особенности мутагенного действия химических агентов. Факторы, модифицирующие мутационный процесс. Антимутагены. Мутагены окружающей среды и методы их тестирования

## **4. Теория гена. Структура генома**

Представление школы Моргана о строении и функции гена. Функциональный и рекомбинационный критерии аллелизма. Множественный аллелизм. Мутационная и

рекомбинационная делимость гена. Работы школы Серебровского по ступенчатому аллелизму. Псевдоаллелизм. Функциональный тест на аллелизм (цис-транс-тест).

Исследование тонкой структуры гена на примере фага Т4 (Бензер). Сопоставление физических и генетических размеров единиц карты для установления размеров гена и минимальной единицы мутирования и рекомбинации. Ген как единица функции (цистрон). Явление межallelльной комплементации, относительность критериев аллелизма. Молекулярно генетические подходы в исследовании тонкого строения генов. Перекрытие генов в одном участке ДНК. Интрон-экзонная организация генов эукариот, сплайсинг. Структурная организация генома эукариот. Классификация повторяющихся элементов генома. Семейства генов. Псевдогены. Регуляторные элементы генома. Молекулярно-генетические методы картирования генома. Проблемы происхождения и молекулярной эволюции генов. Понятие о структурной, функциональной и эволюционной геномике.

## **5. Молекулярные механизмы генетических процессов**

Преимственность проблем «классической» и молекулярной генетики. Мутационные модели.

Генетический контроль и молекулярные механизмы репликации. Полуконсервативный способ репликации ДНК. Полигенный контроль процесса репликации. Схема событий в вилке репликации. Понятие о репликоне. Особенности организации и репликации хромосом эукариот. Системы рестрикции и модификации. Рестрикционные эндонуклеазы.

Проблемы стабильности генетического материала. Типы структурных повреждений в ДНК и репарационные процессы. Генетический контроль и механизмы эксцизионной и пострепликативной репарации, репарация неспаренных оснований, репаративный синтез ДНК. Роль репарационных систем в обеспечении генетических процессов. Нарушения в процессах репарации как причина наследственных молекулярных болезней.

Рекомбинация: гомологический кроссинговер, сайт-специфическая рекомбинация, транспозиции. Доказательство механизма общей рекомбинации по схеме «разрыв – воссоединение». Молекулярная модель рекомбинации по Холлидею. Генная конверсия. Сайт-специфическая рекомбинация: схема интеграции и исключения ДНК фага λ. Генетический контроль и механизмы процессов транспозиции.

Генетический контроль мутационного процесса. Связь мутабельности с функциями аппарата репликации. Механизмы спонтанного мутагенеза; гены мутаторы и антимутаторы. Механизмы действия аналогов оснований, азотистой кислоты, акридиновых красителей, алкилирующих агентов. Понятие о мутагенных индуцибельных путях репарации; УФ-мутагенез. Мутагенез, опосредованный через процессы рекомбинации. Механизмы автономной нестабильности генома, роль мобильных генетических элементов.

Молекулярные механизмы регуляции действия генов. Регуляция транскрипции на уровне промотора, функций РНК-полимеразы. Принципы негативного и позитивного контроля. Системная регуляция; роль циклической АМФ и гуанозинтрифосфата. Оперонные системы регуляции (теория Жакоба и Моно). Генетический анализ лактозного оперона. Регуляция транскрипции на уровне терминации на примере триптофанового оперона.

Принципы регуляции действия генов у эукариот. Транскрипционно активный хроматин. Регуляторная роль гистонов, негистоновых белков, гормонов. Особенности организации промоторной области у эукариот. Посттранскрипционный уровень регуляции синтеза белков. Роль мигрирующих генетических элементов в регуляции генного действия.

## **6. Генетика развития**

Онтогенез как реализация наследственно детерминированной программы развития. Стабильность генома и дифференциальная активность генов в ходе индивидуального развития. Первичная дифференцировка цитоплазмы, действие генов в раннем эмбриогенезе, амплификация генов. Роль гомеозисных генов в онтогенезе. Опыты по трансплантации ядер. Методы клонирования генетически идентичных организмов.

Тканеспецифическая активность генов. Функциональные изменения хромосом в онтогенезе (пуффы, «ламповые щетки»); роль гормонов, эмбриональных индукторов.

Факторы, определяющие становление признаков в онтогенезе: плейотропное действие генов, взаимодействие генов и клеток, детерминация. Компенсация дозы генов. Взаимоотношения клеток в морфогенезе.

Генетика соматических клеток. Гетерокарионы. Применение метода соматической гибридизации для изучения процессов дифференцировки и для генетического картирования. Химерные (аллофенные) животные. Совместимость и несовместимость тканей. Генетика иммунитета. Онкогены, онкобелки. Генетический контроль дифференцировки пола. Роль генов Y-хромосомы в определении мужского пола у млекопитающих. Мутации, переопределяющие пол в ходе онтогенеза. Гормональное переопределение пола.

## **7. Основы генетической инженерии**

Задачи и методология генетической инженерии. Методы выделения и синтеза генов. Понятие о векторах. Векторы на основе плазмид и ДНК фагов. Геномные библиотеки. Способы получения рекомбинантных молекул ДНК, методы клонирования генов. Проблема экспрессии гетерологических генов. Получение с помощью генетической инженерии трансгенных организмов.

Векторы эукариот. Дрожжи как объекты генетической инженерии. Основы генетической инженерии растений и животных: трансформация клеток высших организмов, введение генов в зародышевые и соматические клетки животных. Проблемы генотерапии. Значение генетической инженерии для решения задач биотехнологии, сельского хозяйства, медицины и различных отраслей народного хозяйства. Использование методов генетической инженерии для изучения фундаментальных проблем генетики и других биологических наук. Социальные аспекты генетической инженерии.

## **8. Популяционная и эволюционная генетика**

Понятие о виде и популяции. Популяция как естественно - историческая структура. Понятие о частотах генов и генотипов. Математические модели в популяционной генетике. Закон Харди- Вайнберга, возможности его применения. С.С. Четвериков - основоположник экспериментальной популяционной генетики.

Генетическая гетерогенность популяций. Методы изучения природных популяций. Факторы динамики генетического состава популяции (дрейф генов), мутационный процесс, межпопуляционные миграции, действие отбора. Взаимодействие факторов динамики генетической структуры в природных популяциях. Понятие о внутривидовой популяционной генетической полиморфизме и генетическом грузе. Естественный отбор как направляющий фактор эволюции популяций. Понятие о приспособленности и коэффициенте отбора. Формы отбора: движущий, стабилизирующий, дизруптивный. Роль генетических факторов в эволюции.

Молекулярно-генетические основы эволюции. Задачи геносистематики. Значение генетики популяций для медицинской генетики, селекции, решения проблем сохранения генофонда и биологического разнообразия.

## 9. Генетические основы селекции

Предмет и методология селекции. Генетика как теоретическая основа селекции. Учение об исходном материале. Центры происхождения культурных растений по Н.И. Вавилову. Понятие о породе, сорте, штамме. Сохранение генофонда ценных культурных и диких форм растений и животных.

Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости (Н.И. Вавилов). Значение наследственной изменчивости организмов для селекционного процесса и эволюции.

Роль частной генетики отдельных видов организмов в селекции. Использование индуцированных мутаций и комбинативной изменчивости в селекции растений, животных и микроорганизмов. Роль полиплоидии в повышении продуктивности растений.

Системы скрещиваний в селекции растений и животных. Аутбридинг. Инбридинг. Коэффициент инбридинга - показатель степени гомозиготности организмов. Линейная селекция. Отдаленная гибридизация. Особенности межвидовой и межродовой гибридизации; скрещиваемость, фертильность и особенности расщепления у гибридов. Пути преодоления нескрещиваемости.

Явление гетерозиса и его генетические механизмы. Использование простых и двойных межлинейных гибридов в растениеводстве и животноводстве. Производство гибридных семян на основе цитоплазматической мужской стерильности. Коэффициенты наследуемости и повторяемости и их использование в селекционном процессе. Методы отбора: индивидуальный и массовый отбор. Отбор по фенотипу и генотипу (оценка по родословной и качеству потомства). Сибселекция. Влияние условий внешней среды на эффективность отбора. Перспективы методов генетической и клеточной инженерии в селекции и биотехнологии.

## 10. 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. Изучение структуры и активности генома человека с помощью методов молекулярной генетики. Программа «Геном человека». Проблемы геногеографии.

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. Задачи медико-генетических консультаций.

Роль генетических и социальных факторов в эволюции человека.

## ЛИТЕРАТУРА

### Основная

1. Азова М.М., Щипков В., Желудова Е., Гигани О.О. Генетика человека с основами медицинской генетики. 2017. Учебник. -с.209.
2. Акуленко, Богомазов, Захарова: Медицинская генетика. Учебное пособие. М: ГЭОТАР-Медиа, 2015
3. Альбертс Б. и др. Молекулярная биология клетки. В 3 т. R&D Dynamics, 2013.
4. Альбертс Б. Основы молекулярной биологии клетки. М: БИНОМ, 2018. -С.768.



5. Алферова, Г. А. Генетика : учебник для вузов / под редакцией Г. А. Алферовой. — 3-е изд., испр. и доп. — М: Юрайт, 2020. — 200 с.
6. Агаджанян А.В. Медицинская генетика в иллюстрациях и таблицах. Учебное пособие. –М: Практическая медицина, 2022. -504с.
7. Асланян М.М., Солдатова О.П. Генетика и происхождение пола –М: «Авторская академия, КМК», 2010 г. –116 стр. ISBN 978-5-91902-001-1
8. Баранов В.С. Современные алгоритмы пренатальной диагностики наследственных болезней. Санкт-Петербург: СПб, 2009. -С.80.
9. Баранов В.С. Генетический паспорт - основа индивидуальной и предиктивной медицины. М: Издательство Н-Л,2009. -С.528.
10. Вербенко, В.Н. Молекулярная эволюция. Часть 1. Движущие силы эволюции. Учебное пособие для аспирантов/ В.Н Вербенко. - Гатчина: Изд-во НИЦ Курчатовский институт - ПИЯФ, 2019. -66 с.
11. Вербенко, В.Н. Молекулярная эволюция. Часть 2. Филогенетический анализ. Учебное пособие для аспирантов / В.Н. Вербенко. - Гатчина: Изд-во НИЦ Курчатовский институт - ПИЯФ, 2020. - 75 с.
12. Баранов В.С. Современные алгоритмы и новые возможности пренатальной диагностики наследственных и врожденных заболеваний. М: Н-Л,2013. -С.156.
13. Бочков, Н.П. Медицинская генетика / Н.П. Бочков [и др.]. - М.ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 224 с.
14. Бочков Н.П. "Клиническая генетика. Учебник. М: ГЭОТАР-Медиа, 2020. -С.582.
15. Гинтер Е.К. Медицинская генетика: национальное руководство. – М: ГЭОТАР-Медиа, 2022. -896с.
16. Генетика человека по Фогелю и Мотулски. Проблемы и подходы/ Под ред. М.Р. Спейчер, С.Е. Антонаракис, А.Г. Мотулски; Пер. с англ. Латыпов А.Ш. и др.; научн. ред. В.С. Баранов, Т. К. Кащеева. - М.:Издательство Н-Л, 2013. – 1056с.
17. Гинтер Е.К. Современное медико-генетическое консультирование. М: Академия, 2016. -С.304.
18. Горбунова, В.Н. Клиническая генетика/ В.Н. Горбунова [и др.]. -СПб.: Фолиант, 2015. - 400 с.
19. Горбунова В. Н. Генетика в клинической практике: руководство для врачей.М: СпецЛит,2016.-С.329.
20. Даев Е.В. Психогенетика с основами генетики. Учебно-методическое пособие.М: Н-Л,2015.-С.192.
21. Джайн, К.К. Основы персонализированной медицины: медицина XXI века: омикс-технологии, новые знания, компетенции и инновации /К.К. Джайн. - М.: Литтера, 2020. - 576 с.
22. Джаксон М. Б. Молекулярная и клеточная биофизика. М: БИНОМ-Пресс, 2021.- С.551.
23. Джонс Кеннет Л. Наследственные синдромы по Дэвиду Смиту. Атлас-справочник. М: Практика, 2011.-С.1024.
24. Животовский Л.А. Генетика природных популяций. М.: ООО «Вертола», 2021. - 600 с.
25. Жимулев И.Ф. Общая и молекулярная генетика. Сибирское университетское издательство, 2007 г.
26. Журавлева Г.А. Генная инженерия в биотехнологии. Издательство: ЭкоВектор, 2016
27. Журавлева Г.А. Генная инженерия в биотехнологии. Издательство: ЭкоВектор, 2017
28. Закиян С.М. и др. Эпигенетика / С.М. Закиян, В.В. Власов, Е.В. Дементьева (ред.). – Новосибирск: Изд-во СО РАН. 2012. –592 с.
29. Зацепина О.С. Основы экологической генетики. Иркутск: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2018. 14 с.
30. Иванищев В.В. Основы генетики. Учебник.М: РИОР, Инфра-М,2017, 208с

31. Иванюшкин А.Я., Игнатъев В.И., Коротких Р.В., Силуянова И.В., Тищенко П.Д., Юдин Б.Г. Биоэтика. 2-е изд. Издательство "Прогресс-Традиция" 2017. 384 с.
32. Инге-Вечтомов С.Г. Генетика с основами селекции / С.Г. Инге-Вечтомов – М.: Н-Л, 2015. - 720с.
33. Инге-Вечтомов С. Г. Ретроспектива генетики. Genetics in retrospect (Курс лекций) с CD. М: Н-Л, 2015.-С.2015.
34. Инге-Вечтомов С. Г. Общая генетика. Методическое пособие с CD-диском.М: Издательство Н-Л,2009.-С.2009.
35. Кайбияйнен Т.М. Генетика человека и наследственные болезни.Санкт-Петербург: СПбМАПО,2013.-С.325.
36. Кассимерис Л., Лингаппа В.Р. Клетки по Льюину. М: Лаборатория Знаний,2021. – С.1056.
37. Клаг У.С., Каммингс М.Р., Спенсер Ш.А., Палладино М. А. Основы генетики. Техносфера,. 2016
38. Козлов Н. Н. Математический анализ генетического кода. М: БИНОМ,2015.-С.2015.
39. Козлова С.И. Наследственные синдромы и медико-генетическое консультирование.М: Москва,2007.-С.448.
40. Крис Астилл-Смит, Кейси Рирдон. Эпигенетика — новая биология. Функциональная биохимия. Санкт-Петербург: Спб, 2016.-С.339.
41. Кунин, Е. Логика случая. О природе и происхождении биологической эволюции/ Е. Кунин. - М.: Изд-во Центрполиграф, 2014.
42. Леонова М.В. Общие вопросы фармакогенетики и их значение в клинической практике // Терапия. 2017. 7. С. 94-101.
43. Кребс Дж., Голдштейн Э., Килпатрик С. Гены по Льюину М.: Лаборатория знаний, 2017. -920с.
44. Кребс Дж. Гены по Льюину. М: Лаборатория Знаний, 2022 -919с.
45. Медицинская генетика / Пер. с англ. А.Ш. Латыпова; под ред. Н.П. Бочкова: - М.: ГЕОТАР-МЕДИА. – 2010. – 624 с.: ил.
46. Методы редактирования генов и геномов ; под ред. С.М. Закияна, С.П. Медведева, Е.В. Дементьевой, В.В. Власова. - Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2020. - 542 с.
47. Методы клеточной биологии и цитогенетики М., 2018
48. Миронова Л.Н. РНК: синтез и функции: учебное пособие. М: Эко-Вектор, 2017.- с.287.
49. Молекулярная и прикладная генетика. Сб. науч. тр. Том. 23, М., 2017
50. Молекулярная и прикладная генетика. Сб. науч. тр. Том. 25, М., 2018
51. Мутовин Г.Р. "Клиническая генетика".М: ГЭОТАР-Медиа,2020.
52. Мушкамбаров Н.Н., Кузнецов С.Л. Молекулярная биология. Введение в молекулярную цитологию и гистологию. М: Медицинское информационное агентство, 2016.-С.664.
53. Новиков А.М., Новиков Д.А. Методология научного исследования // М.: Либроком. -2010. – 280 с.
54. Новиков П.В. Семиотика наследственных болезней у детей. Симптом-синдром-диагноз. М: Триада,2009.-С.432.
55. Пальцев М. А. Системы генетических и эпигенетических маркеров в диагностике онкологических заболеваний. М: Медицина,2009.-С.384.
56. Пассарг Э. Наглядная генетика. -М:Лаборатория Знаний,2021. –с.508.
57. Переверзев Б.Л. Функциональная генетика - это миф или реальность?// –2010.

58. Попов В.В. Геномика с молекулярно-генетическими основами. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2012.
59. Порозов Ю.Б. Биоинформатика. С.-П.: Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики. 2012. 52 с.
60. Ревко-Линардато П.С. Методы научных исследований: Учебное пособие. – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2012. – 55 с.
61. Рубан Э.Д. Генетика человека с основами медицинской генетики. М: Феникс,2016.- С.319.
62. Свердлов Е.Д. Взгляд на жизнь через окно генома: в 3 т. - М.: Наука. Т.1: Очерки структурной молекулярной генетики. - 2009. - 525 с.
63. Спейчер М.Р. Генетика человека по Фогелю и Мотулски. Проблемы и подходы.М: Н-Л,2013.-С.1056.
64. Спирин А. С. Молекулярная биология. Рибосомы и биосинтез белка : учебное пособие.М: Лаборатория Знаний,2019.-с.575.
65. Суспицын Е.Н. Генетические заболевания. Краткий справочник. Санкт-Петербург: СПбМАПО,2015.-С.216.
66. Таганович А.Д. Патологическая биохимия.М: БИНОМ,2019.-С.448.
67. Хайтов Р.М. Иммуногеномика и генодиагностика человека: национальное руководство.М: ГЭОТАР-Медиа,2017. –С.256.
68. Хандогина Е. К., Терехова И. Д., Жилина С. С., Майорова М. Е., Шахтарин В. В. Генетика человека с основами медицинской генетики. Учебник М. : ГЭОТАР-Медиа, 2015.
69. Хандогина Е., Терехова И., Жилина С. и др. Генетика человека с основами медицинской генетики. Учебник –М: ГЭОТАР-Медиа, 2017. –192.
70. Фаллер Д.М., Шилдс Д. Молекулярная биология клетки. М: БИНОМ,2017.-С.256.
71. Шмид Р. Наглядная биотехнология и генетическая инженерия. М: БИНОМ-Прес,2019.-С.324.
72. Щелкунов С.Н. Генетическая инженерия: Учеб.-справ. пособие. – 3-е изд., испр. И доп. Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2015.

#### Дополнительная

1. Адаптивно-интегрированная защита растений М., 2019
2. Азоя М.М. Общая и медицинская генетика. Задачи. М:Феникс.-С.160.
3. Айала Ф., Кайгер Д.. Современная генетика. М.: Мир. 2012 (Т. 2).
4. Анализ экспрессии генов и расположения сайтов связывания транскрипционных факторов в геноме по данным высокопроизводительного секвенирования Новосибирск, 2016
5. Баранов В.С. Полиморфизм генов, экогенетические болезни и генетический паспорт // Экологическая генетика. 2011. 9(3). С.3-14.
6. Барреси М.Дж.Ф., Гилберт С.Ф. БИОЛОГИЯ РАЗВИТИЯ.М; Лаборатория знаний,2022.
7. Бочков Н. П., Пузырев В.П., Смирнихина С.А. Клиническая генетика: учебник / под ред. Н. П. Бочкова. — 4-е изд., доп. и перераб. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011. — 592 с.
8. Васильева Е. Е. Генетика человека с основами медицинской генетики. Пособие по решению задач. М:Лань,2021.-С.92.
9. Гончаров Н.П. и др. Методические основы селекции растений Новосибирск, 2018

10. Даудна Дж., Стенберг С. Трещина в мироздании. Редактирование генома: невероятная технология, способная управлять эволюцией М., 2019
11. ДНК-диагностика и профилактика наследственной патологии в Республике Башкортостан / Под ред. Хуснутдиновой Э.К. Уфа: Китап. 2005. 204с.
12. Еремина М.А., Груntenко Н.Е. Стресс-реакция насекомых: история развития концепции // Вавиловский журнал генетики и селекции, 2017, Т. 21. № 7. С. 825-832.
13. Заяц Р.Г., Бутвиловский В.Э., Давыдов В.В., Рачковская И.В. - Медицинская биология и общая генетика.М: "Вышэйшая школа",2017.-С. 480.
14. Кургуз Р. В., Киселева Н. В. Генетика человека с основами медицинской генетики.М: Лань,2022.-С.176.
15. Красикова А.В., Куликова Т.В. Хромосома типа ламповых щеток. Современные представления и перспективы исследований С-П., 2019
16. Лиджиева Н.Ц. Задачник по генетике / С.С. Джалсанова, Н.Ц. Лиджиева. – Элиста: Калмыцкий государственный университет, 2013.
17. Медицинская генетика. Учебник учеб. для студентов / Л. В. Акуленко, И. В. Угаров; под ред. О. О. Янушевича и С. Д. Арутюнова. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2015.
18. Медицинская генетика. Учебник / под ред. Н. П. Бочкова. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2016.
- 19.
20. Метод геномного редактирования системой CRISPR-Cas9. учебно-методическое пособие М., 2020
21. Нетрусов, А. И. Микробиология: теория и практика в 2 ч. Часть 1: учебник для бакалавриата и магистратуры / А. И. Нетрусов, И. Б. Котова. — М.: Издательство Юрайт, 2018. — 333 с. — (Серия : Бакалавр и магистр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-03805-7.
22. Нетрусов, А. И. Молекулярная микробиология. 2012.
23. Никоноров Ю.М., Беньковская Г.В.. Механизмы поддержания полиморфизма по продолжительности жизни в лабораторных линиях комнатной мухи // Успехи геронтологии. 2013. Т.26. №4. С. 594-600.
24. Геномика. Роль в медицине. –БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 277 с.
25. Редактирование генов и геномов. Том. 1, Новосибирск, 2018
26. Рубан Э. Д. Генетика человека с основами медицинской генетики: учебник. М:Феникс,2017.-С.319.
27. Рубан Э. Д. Генетика человека с основами медицинской генетики: учебник. М:Феникс,2020.-С.319.
28. Садритдинова А.В., Снежкина А.В., Дмитриев А.А., и др. Контрольные гены для транскриптомных исследований у насекомых (Обзор) // Вестник Российского Государственного аграрного заочного университета. 2-13. 14(19). С.84-88.
29. Свердлов Е.Д. Взгляд на жизнь через окно генома. Том 2: Очерки современной молекулярной генетики М., 2019
30. Шайкевич Е.В., Ившина Е.В., Захаров И.А. Полиморфизм митохондриальной ДНК и распространение цитоплазматических симбионтов в популяциях двуточечной божьей коровки *Adalia bipunctata* // Генетика. 2012. Т. 48. №. 5. С. 666–671.
31. Achuthsankar S. Nair. Computational Biology & Bioinformatics – A gentle Overview // Communications of Computer Society of India, January 2007.
32. Alexander D.H., Novembre J., Lange K. Fast model-based estimation of ancestry in unrelated individuals // Genome Res. 2009. V. 19(9). P.1655-64.
33. Lawson DJ, Hellenthal G, Myers S, Falush D. Inference of population structure using dense haplotype data // PLoS Genet. 2012. V.8(1). e1002453.

-осознанность – понимание связей между знаниями, умение выделить существенные и несущественные связи, познание способов и принципов получения знаний.

Результаты кандидатского экзамена объявляются устно председателем государственной экзаменационной комиссии по окончании закрытого заседания государственной экзаменационной комиссии, заполнения экзаменационной ведомости, подписания протоколов.