

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
**ЛИМНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
(ЛИН СО РАН)**



**УТВЕРЖДАЮ**

**Директор**

**А.П. Федотов**

**2022 г.**

**ПРОГРАММА  
ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ ДЛЯ ПОСТУПАЮЩИХ НА  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ПРОГРАММЫ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ – ПРОГРАММЫ  
ПОДГОТОВКИ НАУЧНЫХ И НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ В  
АСПИРАНТУРЕ**

Область науки:

1. Естественные науки

Группа научных специальностей:

1.5. Биологические науки

Научная специальность: **1.5.7. Генетика**

Иркутск, 2022

## 1. Формула специальности:

Генетика – область науки, изучающая явления изменчивости и наследственности, закономерности процессов хранения, передачи и реализации генетической информации на молекулярном, клеточном, организменном и популяционном уровнях.

## 2. Направления исследований:

1. **Структурно-функциональная организация генов.** Структура и функции гена. Регуляция экспрессии генов.
2. **Функциональная организация генома.** Структурные и функциональные элементы генома. Механизмы репликации, рекомбинации, репарации, транскрипции и трансляции. Хлоропластный, митохондриальный и плазмидный геномы. Метагеном. Геномное редактирование.
3. **Генетика онтогенеза, эпигенетика.** Генетические механизмы онтогенеза. Дифференциальная экспрессия генов. Регуляция функционирования генов и их взаимодействие в онтогенезе. Роль факторов внешней среды и генотипа в онтогенезе. Эпигенетическая изменчивость.
4. **Цитогенетика.** Анализ хромосомных и геномных мутаций. Кариотип. Исследование процессов митоза и мейоза. Анализ гомологии и гомеологии геномов. Геносистематика. Эволюция кариотипов. Реконструкция геномов.
5. **Популяционная, экологическая и эволюционная генетика.** Генетическая структура популяций. Генетические механизмы адаптации популяций к факторам внешней среды. Эволюция популяций. Исследование генетических последствий воздействия физических, химических и биологических факторов. Вертикальный и горизонтальный перенос генов. Сохранение биоразнообразия, редких и исчезающих видов, воссоздание вымерших видов.
6. **Мутационный процесс.** Мутагены и механизмы их действия. Мутационный процесс в популяциях. Механизмы репарации. Антимутагены, радиопротекторы, механизмы их действия.
7. **Генетика человека и медицинская генетика.** Генетические механизмы наследственных аномалий. Мультифакторные заболевания. Разработка методов диагностики наследственных заболеваний и предрасположенности к ним. Генотерапия. Генетические маркеры физических, физиологических и психофизиологических признаков человека. Разработка методов диагностики генного допинга.
8. **Генетика микроорганизмов.** Гены и геномы микроорганизмов. Генетика вирусов и плазмид. Генетические механизмы полового размножения и онтогенеза. Принципы и методы конструирования штаммов-продуцентов для биотехнологического использования. Генетические аспекты экологии и эволюции микроорганизмов.
9. **Генетика растений.** Генетические основы селекции растений, клеточная и хромосомная инженерия. Биотехнология в селекции растений. ДНК-паспортизация растений. Сохранение и изучение генетических ресурсов. Создание и сохранение генетических коллекций, доноров хозяйственно-ценных признаков. Генетика растений *in vitro*. Генетика иммунитета у растений.
10. **Генетика животных.** Генофонды сельскохозяйственных и диких животных. Генетика поведения животных. Изучение генетической структуры и разработка методов управления генетическими процессами в популяциях сельскохозяйственных животных. Разработка и использование молекулярно-генетических методов в селекции сельскохозяйственных животных. Разработка методов диагностики наследственных заболеваний животных. Генетические механизмы онтогенеза животных.
11. **Математическая генетика и биоинформатика.** Моделирование генетических процессов. Анализ генных последовательностей и белковых доменов. Теоретические и практические аспекты филогенетического анализа. Молекулярная эволюция биологических систем. Биометрические модели. Биоинформатика.



## ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ

**Введение.** Понятие о наследственности и изменчивости. История развития генетики. Ч. Дарвин и гипотеза пангенезиса. Основные положения, обосновывающие эту гипотезу. Теория эволюции Ж.Б. Ламарка. Теория зародышевой плазмы А. Вейсмана. Значение работы Г. Менделя в становлении генетики как науки. Методы генетики: гибридологический, цитологический, физико-химический, онтогенетический, математический и др. Предмет генетики и его место в системе биологических наук. Значение генетики для решения задач селекции, медицины, биотехнологии и экологии.

**Цитологические основы наследственности.** Клеточное строение организмов. Строение клетки. Хромосомы их типы и строение. Деление клетки. Митоз. Биологическое значение митоза. Мейоз. Генетический контроль мейоза. Генетическое значение мейоза. Микро- и макроспорогенез.

**Принципы и методы генетического анализа.** Методология работ Менделя. Наследование признаков при моногибридном скрещивании. Доминантность. Рецессивность. Кодоминантность. Единообразие первого гибридного поколения. Расщепление гибридов второго поколения. Анализирующее скрещивание. Закон «чистоты гамет». Закономерности наследования признаков при дигибридном скрещивании. Закономерности наследования признаков при тригибридном скрещивании. Общие формулы расщепления при независимом наследовании. Контроль за расщеплением. Статистический характер расщепления. Сравнение теоретически ожидаемого и фактически наблюдаемого расщепления. Оценка полученных отклонений по методу  $\chi^2$  (хи-квадрат). Условия осуществления менделевских законов. Генетическая символика. Запись скрещиваний и их результатов. Множественный аллелизм.

**Наследование признаков при взаимодействии генов.** Взаимодействие генов, не мешающих проявлению друг друга. Различия между взаимодействием доминантных и рецессивных генов. Комплементарное взаимодействие генов. Супрессия. Доминантный эпистаз. Криптомерия (рецессивный эпистаз). Полимерия. Особенности наследования количественных признаков. Трансгрессия. Плейотропия. Гены модификаторы. Пенетрантность и экспрессивность генов. Влияние внешних условий на проявление действия гена. Норма реакции генотипа.

**Хромосомная теория наследственности.** Хромосомное определение пола. Половые хромосомы. Соотношение полов в природе. Влияние факторов внутренней и внешней среды на развитие признаков пола. Наследование признаков, сцепленных с полом. Наследование признаков, сцепленных с полом у человека. Нерасхождение X-хромосом. Балансовая теория определения пола. Нерасхождение хромосом у человека. Наследование признаков, ограниченных полом и зависимых от пола. Практическое использование признаков, сцепленных с полом (тутовый шелкопряд, хмель и т.д.). Кроссинговер. Механизм кроссинговера. Величина перекреста и линейное расположение генов в хромосоме. Одинарный и множественный перекрест. Интерференция. Коэффициент совпадения. Локализация генов. Сцепленное наследование генов и кроссинговер. Линейное расположение генов в хромосоме. Генетические карты хромосом. Цитологические доказательства кроссинговера. Факторы, влияющие на перекрест хромосом. Типы мейотической рекомбинации: равный и неравный кроссинговер. Молекулярные основы кроссинговера. Построение генетических карт. Сопоставление генетических и цитологических карт у дрозофилы.

**Молекулярные основы наследственности. Генная инженерия.** Хромосомное определение пола. Половые хромосомы. Соотношение полов в природе. Влияние факторов внутренней и внешней среды на развитие признаков пола. Наследование признаков,



сцепленных с полом. Наследование признаков, сцепленных с полом у человека. Нерасхождение X-хромосом. Балансовая теория определения пола. Нерасхождение хромосом у человека. Наследование признаков, ограниченных полом и зависимых от пола. Практическое использование признаков, сцепленных с полом (тутовый шелкопряд, хмель и т.д.). Кроссинговер. Механизм кроссинговера. Величина перекреста и линейное расположение генов в хромосоме. Одинарный и множественный перекрест. Интерференция. Коэффициент совпадения. Локализация генов. Сцепленное наследование генов и кроссинговер. Линейное расположение генов в хромосоме. Генетические карты хромосом. Цитологические доказательства кроссинговера. Факторы, влияющие на перекрест хромосом. Типы мейотической рекомбинации: равный и неравный кроссинговер. Молекулярные основы кроссинговера. Построение генетических карт. Сопоставление генетических и цитологических карт у дрозофилы.

**Нехромосомная наследственность.** Нехромосомная наследственность генетического материала клетки по схеме Джинкса. Особенности цитоплазматического наследования, отличия от ядерного. Методы изучения: реципрокные, возвратные скрещивания, биохимические методы. Пластидная наследственность. Исследования пестролистности у растений. Митохондриальная наследственность. Исследования дыхательной недостаточности у дрожжей. Генетические карты органелл. Цитоплазматическая мужская стерильность у растений. Влияние ядерных генов на проявление ЦМС. Использование ЦМС для получения гибридных семян. Молекулярные основы цитоплазматической наследственности. Особенности воспроизведения органелл в клетке. Значение нехромосомного наследования в понимании проблем эволюции клеток эукариот, происхождения клеточных органелл - пластид и митохондрий.

**Модификационная и мутационная изменчивость.** Модификационная изменчивость. Наследственная изменчивость. Комбинативная изменчивость. Мутационная изменчивость. Основные положения мутационной теории Де Фриза. Спонтанные мутации. Прямые и обратные мутации. Геномные мутации. Жизнеспособность мутантов. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости Н.И. Вавилова. Индуцированные мутации. Физические мутагенные факторы. Дозы облучения и поглощения. Летальные и сублетальные дозы мутагенов. Химические мутагены. Классификация мутаций. Изменения структуры хромосом под действием мутагенов. Изменение положения и порядка генов на хромосомах. Изменение структуры гена. Точковые мутации. Транзиции и трансверсии. Сдвиг рамки считывания. Репарации поврежденной ДНК. Темновая репарация и фотореактивация. Ферменты репарации. Инсерционный мутагенез. Антимутагены.

**Полиплоидия и другие изменения числа хромосом.** Понятие о полиплоидии. Полиплоидные ряды в природе. Роль полиплоидии в эволюции. Механизмы изменения числа хромосом. Митотическая, зиготическая и мейотическая полиплоидизация.

Автополиплоидия. Особенности мейоза и характер расщепления у тетраплоидных форм при моно- и дигибридном скрещивании. Физиологические особенности автополиплоидов. Триплоиды. Использование автополиплоидов в селекции растений.

Аллополиплоидия. Типы аллополиплоидов. Работы Г. Д. Карпеченко по созданию *Raphanobrassica*. Роль амфиплоидии в восстановлении плодовитости отдаленных гибридов. Получение и использование пшенично-ржаных гибридов *Triticale*. Синтез и ресинтез видов. Роль аллополиплоидии в эволюции и селекции растений.

Анеуплоидия. Типы анеуплоидов. Механизм возникновения анеуплоидов. Особенности мейоза и образования гамет у анеуплоидов, их жизнеспособность. Экспериментальное получение анеуплоидных растений. Значение анеуплоидов для генетических исследований.



Получение дополненных и замещенных линий и их практическое использование. Метод моносомного анализа.

**Гаплоидия.** Морфологические особенности и идентификация гаплоидных растений. Характер мейоза у гаплоидов. Частота спонтанного возникновения гаплоидов. Методы экспериментального получения гаплоидов. Использование гаплоидии в генетике и селекции.

**Отдаленная гибридизация.** Понятие об отдаленной гибридизации. Типы гибридов, получаемых при отдаленной гибридизации растений и животных. Барьеры нескрещиваемости при отдаленной гибридизации. Способы преодоления нескрещиваемости при отдаленной гибридизации. Работы И.В. Мичурина по преодолению нескрещиваемости у плодовых культур (метод посредника, опыление смесью пыльцы, метод предварительного вегетативного сближения). Особенности отдаленных гибридов в первом и последующих гибридных поколениях. Преодоление бесплодия отдаленных гибридов. Особенности формообразовательных процессов у отдаленных гибридов. Интрогрессия генов при отдаленной гибридизации. Геномный анализ. Культура протопластов.

**Инбридинг и гетерозис.** Понятие об аутобридинге и инбридинге. Генетическая сущность инбридинга. Коэффициент инбридинга как мера степени инбридинга. Увеличение коэффициента инбридинга в ряду поколений при различных типах родственных скрещиваний. Инбридинг у перекрестноопыляющихся культур. Инбредный минимум. Инцухт линии растений. Инбридинг у человека. Факторы, определяющие высокие частоты родственных браков.

Понятие о гетерозисе. Генетические гипотезы гетерозиса (гипотеза доминирования, гипотеза сверхдоминирования, гипотеза генетического баланса, гипотеза компенсационного комплекса генов). Гипотеза доминирования и ее генетическое обоснование. Закономерности проявления гетерозиса во втором гибридном поколении. Гипотеза сверхдоминирования и ее генетическое обоснование. Примеры моногенного гетерозиса: дополнительное действие аллелей, альтернативные пути синтеза, синтез оптимального количества определенного вещества. Использование явлений инбридинга и гетерозиса в практике.

**Генетика онтогенеза.** Онтогенез – наследственно детерминированная программа развития особи. Стабильность генома и дифференциальная активность генов в процессе индивидуального развития. Эффекты экспрессии генов на стадии эмбриогенеза. Амплификация генов. Тканеспецифическая активность генов. Плейотропное действие генов в онтогенезе. Взаимодействие генов, определяющее становление признаков в онтогенезе. Взаимоотношения клеток в морфогенезе. Регуляция экспрессии генов на уровне транскрипции. Изменение транскрипции в онтогенезе. Механизмы дифференциальной транскрипции. Контроль экспрессии генов на уровне процессинга РНК, трансляции. Альтернативные пути сплайсинга. Механизмы трансляционной регуляции. Посттрансляционная активация и инактивация белков. Генетический контроль мейоза. Апоптоз.

**Генетические процессы в популяциях.** Понятие о популяциях. Определение частот генов и соотношений генотипов в популяциях. Установление доли гетерозигот. Вычисление частот генов на основе формулы Харди-Вайнбергера. Соотношения в популяциях по генам, сцепленным с полом. Элементарные процессы эволюции. Изменение генетической структуры популяции в результате отбора. Изменение частот гена при полном доминировании. Изменение частот гена при отсутствии доминирования. Изменение частот гена при сверхдоминировании. Генетико-автоматические процессы в популяции (случайный дрейф генов). Миграции и их влияние на структуру популяции. Факторы изоляции популяции. Понятие о генетическом грузе. Генетический гомеостаз популяций.



## Рекомендуемая литература

### Основная:

1. **Браун, Т.** Геномы [Текст]: учебное пособие / Т.А. Браун. – Москва; Ижевск: "Институт компьютерных исследований", 2011. – 944 с. – Режим доступа: библиотечный фонд ЛИН СО РАН.
2. **Льюин, Б.** Гены [Текст]: учебник / Б. Льюин; пер. 9-го англ. издания И. А. Кофиади [и др.]; под ред. Д.В. Ребрикова. – Москва: БИНОМ, 2012. – 896 с. – Режим доступа: библиотечный фонд ЛИН СО РАН.
3. **Животовский, Л.А.** Генетика природных популяций [Текст]: учебное пособие / Л.А. Животовский. – Москва, 2021. – 600с. – Режим доступа: библиотечный фонд ЛИН СО РАН.
4. **Жимулёв И.Ф.** Общая и молекулярная генетика [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / И.Ф. Жимулёв. – Электрон. текстовые данные. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2017. – 480 с. – 978-5-379-02003-3. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65279.html>

### Дополнительная:

5. **Бердников, В.А.** Основные факторы макроэволюции [Текст]: учебное пособие / В.А. Бердников; ред. С. Н. Родин. – 2-е изд. – Москва: Книжный дом "Либроком", 2010. – 256 с. – Режим доступа: библиотечный фонд ЛИН СО РАН.
6. **Добжанский, Ф.Г.** Генетика и происхождение видов [Текст]: монография / Ф.Г. Добжанский; пер. с англ. Е.Ю. Гупало; ред. И.А. Захаров-Гезехус. – Москва; Ижевск: Ижевский институт компьютерных исследований, 2010. – 383 с. – Режим доступа: библиотечный фонд ЛИН СО РАН.
7. **Дымшиц, Г.М.** Молекулярные основы современной биологии [Текст]: учебное пособие / Г.М. Дымшиц, О.В. Саблина – Новосибирск: Новосиб. гос. ун-т., 2012. – 251 с. – Режим доступа: библиотечный фонд ЛИН СО РАН.
8. **Инге-Вечтомов, С.Г.** Генетика с основами селекции [Текст]: учебник для студентов вузов / С.Г. Инге-Вечтомов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Санкт-Петербург: Изд-во Н-Л, 2010. – 720 с. – Режим доступа: библиотечный фонд ЛИН СО РАН.
9. **Мюллер, С.** Нуклеиновые кислоты «от А до Я» [Текст]: учебное пособие / С. Мюллер, – Москва: БИНОМ, 2013. – 413 с. – Режим доступа: библиотечный фонд ЛИН СО РАН.
10. **Нефедова, Л.Н.** Применение молекулярных методов исследования в генетике [Текст]: учебное пособие / Л. Н. Нефедова, – Москва: ИНФРА-М, 2012. – 104 с. – Режим доступа: библиотечный фонд ЛИН СО РАН.
11. **Пучковский, С.В.** Эволюция биосистем: факторы микроэволюции и филогенеза в эволюционном пространстве-времени [Текст] : монография / С.В. Пучковский, 2013. – 444 с. – Режим доступа: библиотечный фонд ЛИН СО РАН.
12. **Рапопорт, И.А.** Микрогенетика [Текст]: учебное пособие / И.А. Рапопорт, – Москва: [б. и.], 2010. – 530 с. – Режим доступа: библиотечный фонд ЛИН СО РАН.
13. **Фишер, Р.** Генетическая теория естественного отбора [Текст]: учебное пособие / Р. Фишер; пер. с англ. Л.С. Ванаг, Е.И. Фукаловой; ред. Н.В. Глотова, – Москва; Ижевск: Ижевский институт компьютерных исследований: НИЦ "Регулярная и хаотическая динамика", 2011. – 289 с. – Режим доступа: библиотечный фонд ЛИН СО РАН.

**Разработчик программы:** д.б.н. Щербаков Д.Ю.