



Основные закономерности явлений наследственности

Как признаки передаются и почему это можно
предсказать?

Почему наследственность подчиняется закономерностям

/2



Наследственность не случайна: она определяется поведением хромосом в мейозе и при оплодотворении. От опытов Менделя до открытия структуры ДНК генетика объяснила связь генотипа, фенотипа и влияния среды.

Ген, аллель, локус, генотип и фенотип

/3

Ген

Ген — это участок ДНК, в котором заключена информация для синтеза РНК или белка. Именно через работу гена формируется наследственный признак организма.

Аллели

Аллели — это альтернативные варианты одного и того же гена. Они могут по-разному влиять на проявление признака и создавать различия между особями одного вида.

Локус

Локус показывает точное место гена в хромосоме. Понимание локуса важно для анализа наследования, сопоставления генов и построения генетических карт.

Генотип

Генотипом называют совокупность всех наследственных факторов организма. Он задаёт потенциальные возможности развития признаков, но не всегда полностью определяет их внешний вид.

Фенотип

Фенотип — это совокупность внешних и внутренних признаков, которые реально проявились. Он формируется на основе генотипа, но также зависит от условий среды.

Три классических закона Менделя

/4



Схема показывает базовые ожидаемые результаты, с которыми сравнивают данные гибридологического анализа.

Чем сложнее скрещивание, тем больше вариантов наследования, но закономерность остаётся вычислимой.

Классическая генетика; законы Менделя

Закон единообразия гибридов первого поколения

/5

Две чистые линии



Если скрестить два гомозиготных организма, различающихся по одному альтернативному признаку, потомство F1 будет одинаковым по фенотипу. Это первая и самая наглядная закономерность Менделя.

Доминирование признака



В гетерозиготе доминирующий аллель проявляется полностью и подавляет рецессивный. Поэтому внешне гибриды первого поколения похожи на родителя с доминантным признаком.

Почему все одинаковы



Единообразие возникает потому, что каждая особь F1 получает по одному аллелю от каждого родителя, а сочетание всегда одно и то же для данного скрещивания.

Пример из опыта



Классический опыт Менделя с высокими и низкорослыми растениями гороха показал, что все гибриды первого поколения оказываются высокими при наличии доминантного аллеля.

Закон расщепления во втором поколении

/6

Появление разнообразия

При самоопылении или скрещивании гибридов F1 во втором поколении признаки уже не остаются одинаковыми. У потомства возникают разные сочетания аллелей и, как следствие, разные фенотипы.

Фенотипическое отношение

Для моногибридного скрещивания обычно наблюдается расщепление 3:1 по фенотипу. Это означает, что доминантный признак встречается чаще, но рецессивный не исчезает.

Генотипическое отношение

По генотипу во втором поколении получается соотношение 1:2:1: одна часть гомозигот доминантных, две части гетерозигот и одна часть гомозигот рецессивных.

Причина расщепления

Расщепление связано с расхождением аллелей в мейозе. Гаметы получают разные варианты гена, а при случайном оплодотворении они комбинируются в новых сочетаниях.

Генотипические и фенотипические соотношения

/7

Тип скрещивания	Генотип	Фенотип	Пример
Моногибридное	1:2:1	3:1	Aa × Aa
Дигибридное	—	9:3:3:1	AaBb × AaBb

Классическая менделевская генетика

Сопоставление типичных результатов помогает быстро проверять решения задач по генетике.

Зная тип скрещивания и характер доминирования, можно заранее вычислить ожидаемые доли потомства.

Закон независимого наследования признаков

/8

01 Разные пары хромосом

Аллели генов, расположенных в разных парах гомологичных хромосом, расходятся независимо друг от друга. Поэтому каждый признак наследуется без прямой зависимости от другого.

Новые сочетания

Независимое расхождение создаёт у потомства комбинации признаков, которых не было у родителей. Именно так появляются новые варианты фенотипа при дигибридных скрещиваниях.

02

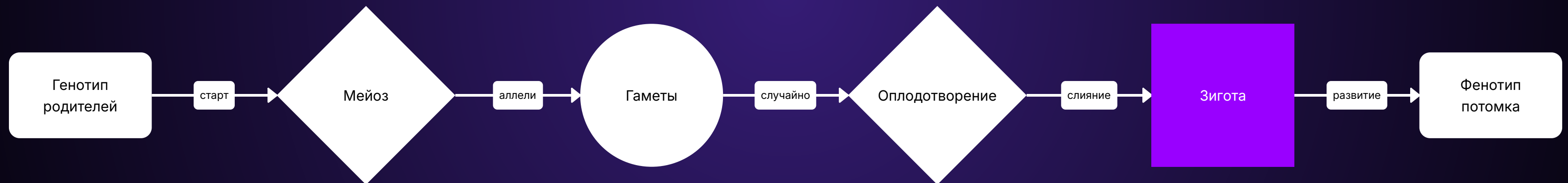
03 Удобная модель

Наиболее наглядно закон проявляется в опытах с горохом, где одновременно анализируют, например, форму и цвет семян. Такая схема позволяет проследить сразу два признака.

Как формируются сочетания аллелей

/9

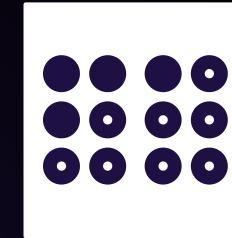
Схема показывает путь от генотипа родителей к фенотипу потомства



Неполное доминирование и кодоминирование

/10

Одновременное проявление аллелей



При кодоминировании оба аллеля работают равноправно и не подавляют друг друга. В системе групп крови АВ на эритроцитах одновременно присутствуют антигены А и В.

Промежуточный фенотип



При неполном доминировании гетерозигота выглядит не как один из родителей, а как промежуточная форма. Классический пример — розовые цветки львиного зева после скрещивания красных и белых форм.

Значение для анализа



Эти типы наследования показывают, что доминирование не всегда бывает полным. Для решения генетических задач важно определить, как именно взаимодействуют аллели в конкретном признаке.

Почему сцепленные гены часто наследуются вместе

/11



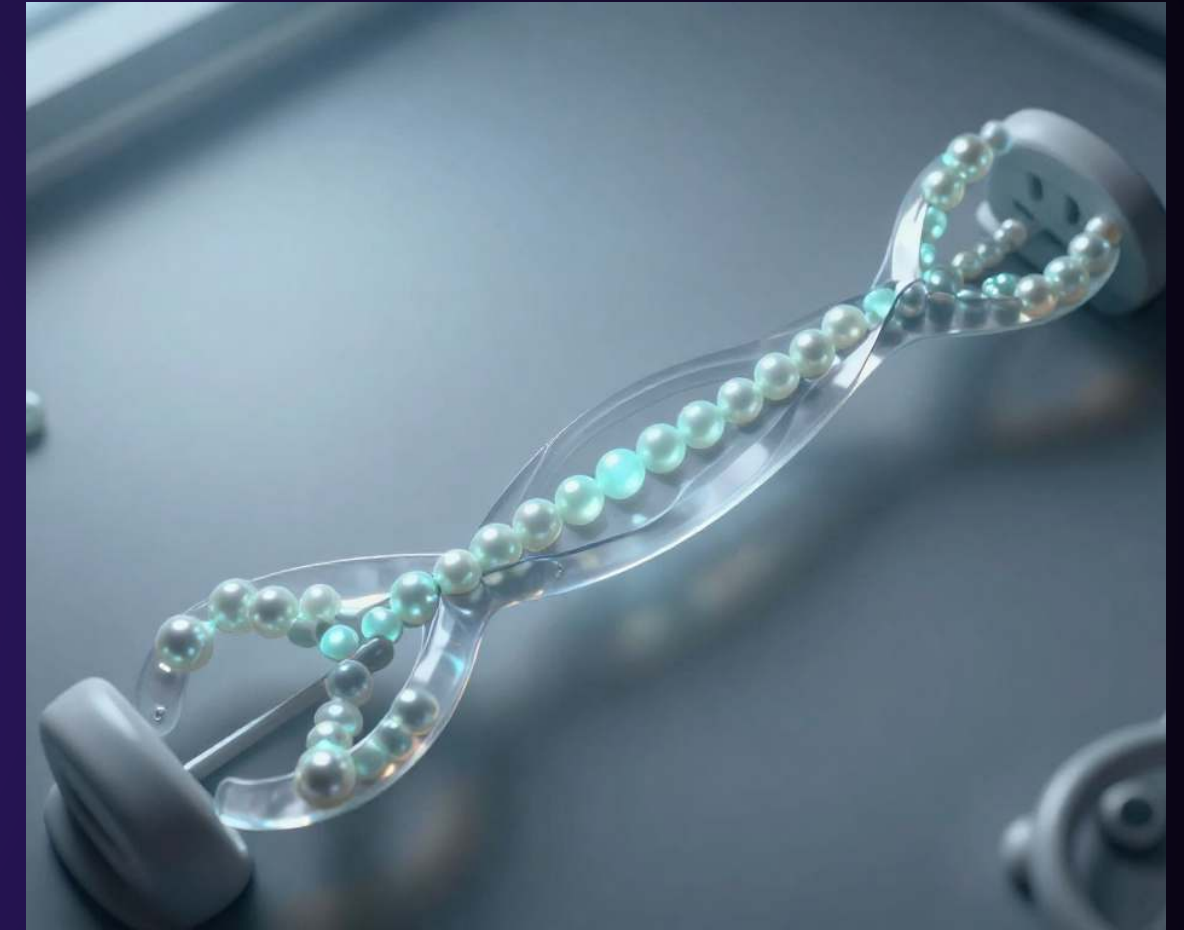
Одна хромосома — одна группа

Гены, находящиеся в одной хромосоме, нередко переходят к потомству как связанный набор. Поэтому признаки, кодируемые такими генами, часто повторяются вместе, а не независимо друг от друга. Именно так формируется группа сцепления.



Кроссинговер в профазе I

Во время мейоза гомологичные хромосомы сближаются и обмениваются участками. Этот обмен называется кроссинговером и приводит к появлению новых сочетаний аллелей. На рисунке удобно показать пару хромосом с обменянными фрагментами.



Карта по частоте рекомбинации

Чем чаще между генами происходит рекомбинация, тем дальше они расположены друг от друга на хромосоме. По этой величине строят генетические карты и оценивают относительное расстояние между генами без прямого наблюдения ДНК.

Роль кроссинговера в генетическом разнообразии

/12

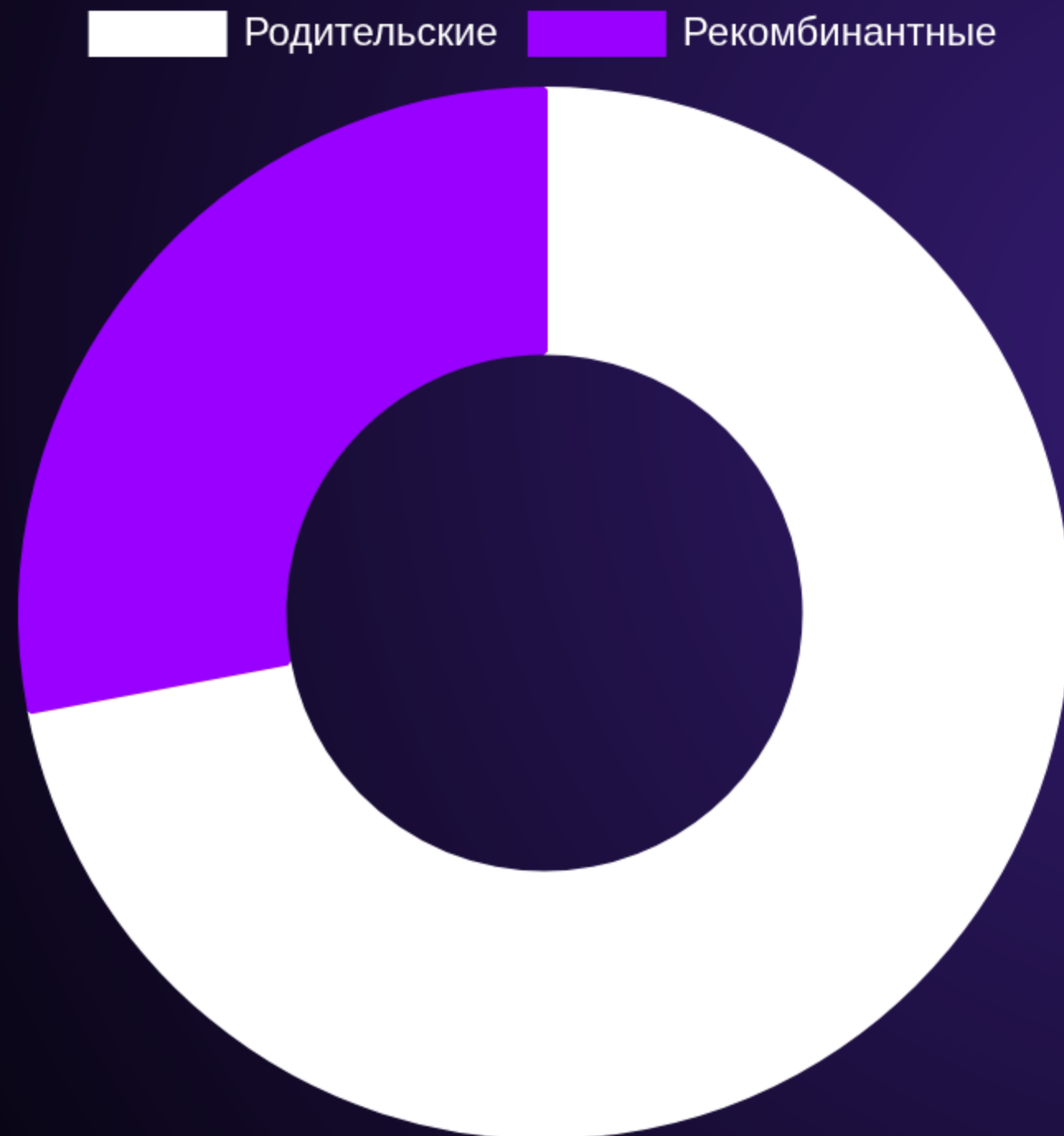


Диаграмма показывает, что рекомбинантные сочетания составляют меньшую часть потомства, но именно они увеличивают разнообразие признаков.

Чем меньше расстояние между генами, тем ниже частота кроссинговера; при увеличении расстояния число рекомбинантных гамет растёт.

Учебная генетика: соотношение родительских и рекомбинантных сочетаний; дата не указана

Наследование, сцепленное с полом

/13

Х-хромосома у мужчин

У мужчин одна Х-хромосома, поэтому любой рецессивный аллель, расположенный в ней, сразу проявляется в фенотипе. У женщин второй Х-аллель часто маскирует его действие.



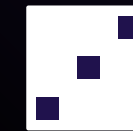
Типичные Х-сцепленные признаки

Дальтонизм и гемофилия — классические примеры рецессивного Х-сцепленного наследования. Такие признаки встречаются у мальчиков чаще, потому что они получают Х-хромосому только от матери.



Наследование по Y-хромосоме

Y-сцепленные признаки передаются только по мужской линии: от отца к сыну. Они не встречаются у женщин, поскольку у них отсутствует Y-хромосома, несущая соответствующий ген.



Примеры наследственных признаков человека

Признак	Тип наследования	Пример
Цвет глаз	полигенное	оттенки карих глаз
Дальтонизм	X-сцепленное рецессивное	нарушение цветоощущения
Группа крови ABO	множественные аллели	группы A, B, AB, O
Полидактилия	часто доминантное	дополнительные пальцы

Таблица показывает, что один и тот же организм может наследовать признаки по разным генетическим механизмам.

У человека встречаются как простые, так и сложные схемы наследования; один признак не всегда подчиняется одному универсальному правилу.

Мутации как источник новых наследственных изменений

/15

01 Три уровня изменений

Мутации могут затрагивать отдельный ген, участок хромосомы или целый набор хромосом. Поэтому последствия бывают очень разными — от едва заметных до резко выраженных.

Откуда они возникают

Изменения появляются спонтанно или под действием мутагенов. К ним относят ультрафиолетовое излучение, ионизирующую радиацию и некоторые химические вещества, повреждающие ДНК.

03 Не всегда вредны

Большинство мутаций нейтральны или снижают жизнеспособность, но именно они создают исходный материал для наследственной изменчивости. Без них невозможно длительное эволюционное обновление популяций.

Наследуются через половые клетки

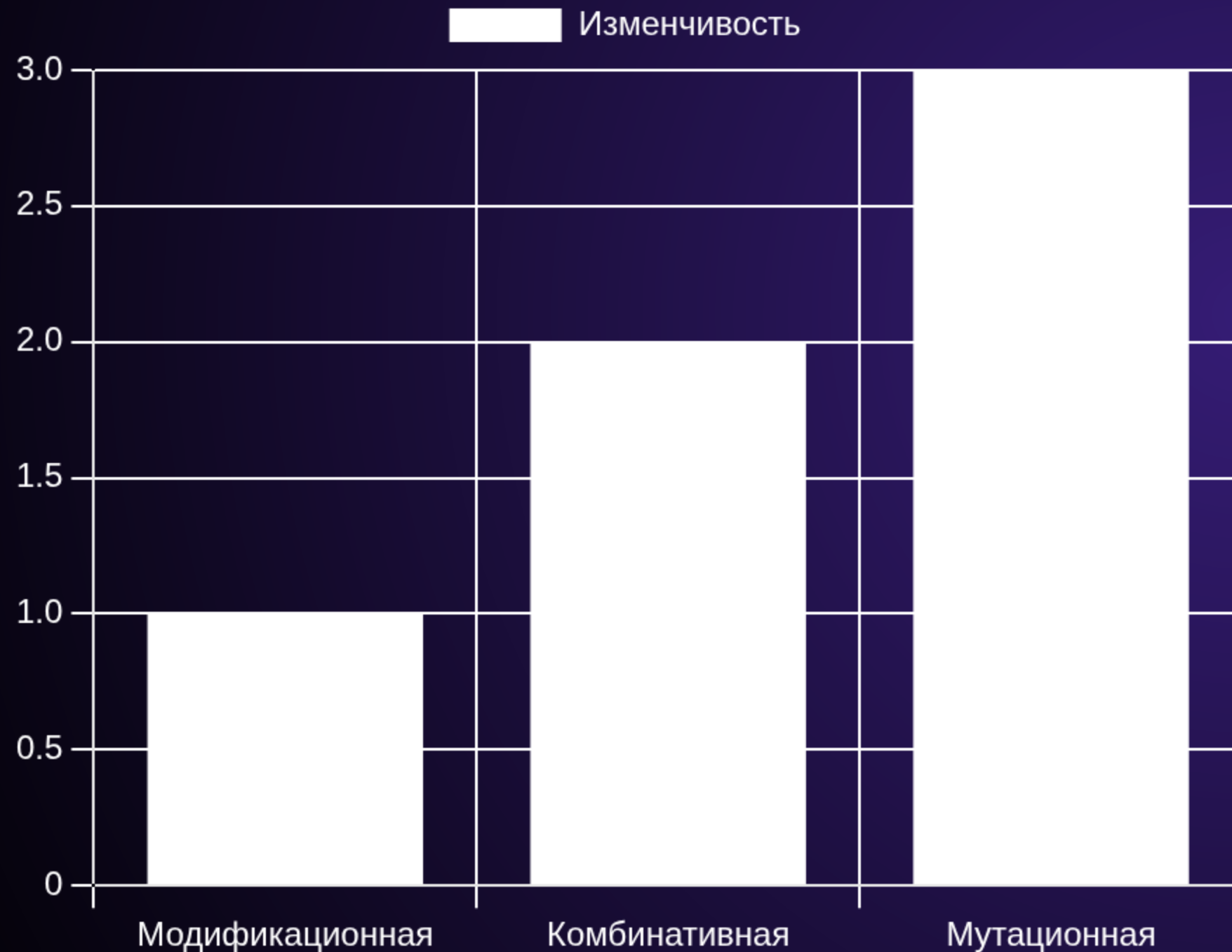
Если мутация возникла в клетках, участвующих в образовании гамет, она может передаваться потомкам. Такие изменения особенно важны для анализа наследственных заболеваний и родословных.

02

04

Сравнение типов изменчивости

/16



Типы изменчивости различаются по причине возникновения, но дают организмам разные способы приспособления и разнообразия.

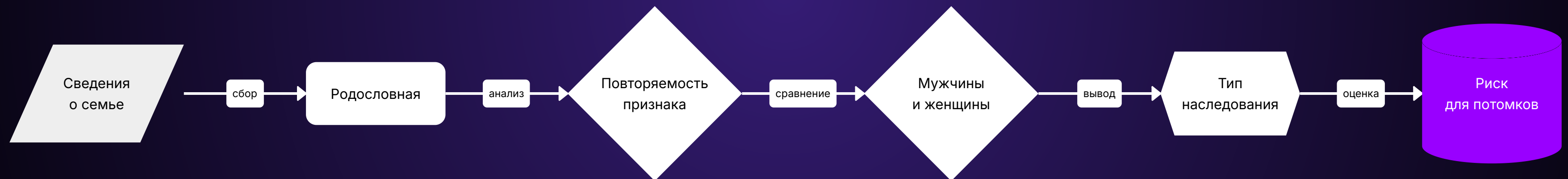
Среда меняет фенотип без наследования, рекомбинация перераспределяет аллели, а мутации создают новые варианты наследственного материала.

Учебная классификация типов изменчивости; дата не указана

Как анализируют родословную

/17

Последовательность действий при определении типа наследования по семейной схеме



Значение закономерностей наследственности в жизни

/18



Медицина

Знание закономерностей наследования помогает оценивать риск наследственных заболеваний, объяснять происхождение симптомов и выбирать подходы к генетическому консультированию семьи.

Селекция

В растениеводстве и животноводстве генетические закономерности используют для отбора родительских форм, закрепления полезных признаков и получения более продуктивных сортов и пород.

ДНК-анализ

Исследование ДНК применяют для установления родства, идентификации личности и судебной экспертизы. Оно особенно важно там, где внешнего сходства недостаточно для точного вывода.

Ограничения менделевских закономерностей

/19

Сцепление генов

Гены, расположенные в одной хромосоме, могут наследоваться вместе, поэтому независимое расхождение признаков нарушается. Тогда стандартные менделевские соотношения изменяются.



Неполное доминирование

У гетерозиготы фенотип может быть промежуточным, а не строго доминантным или рецессивным. В таких случаях обычная схема «доминантный против рецессивного» работает не полностью.



Множественные аллели

Для некоторых генов существует больше двух вариантов, как в системе АВО. Это усложняет прогнозы и расширяет число возможных фенотипов у потомства.



Взаимодействие генов

Один признак нередко формируется несколькими генами сразу, поэтому проявление зависит от их совместного действия. Особенно это заметно при полигенном наследовании, например для многих количественных признаков.



Влияние среды

Даже при одинаковом генотипе фенотип может меняться под действием условий жизни. Поэтому в реальных задачах нужно учитывать не только генетическую схему, но и средовые факторы.



Наследственность: от законов к реальным механизмам

Наследственность строится на точном поведении хромосом, случайности оплодотворения и разнообразии генетических механизмов. Законы Менделя дают основу, а сцепление, кроссинговер, мутации и влияние среды делают картину живой и сложной.