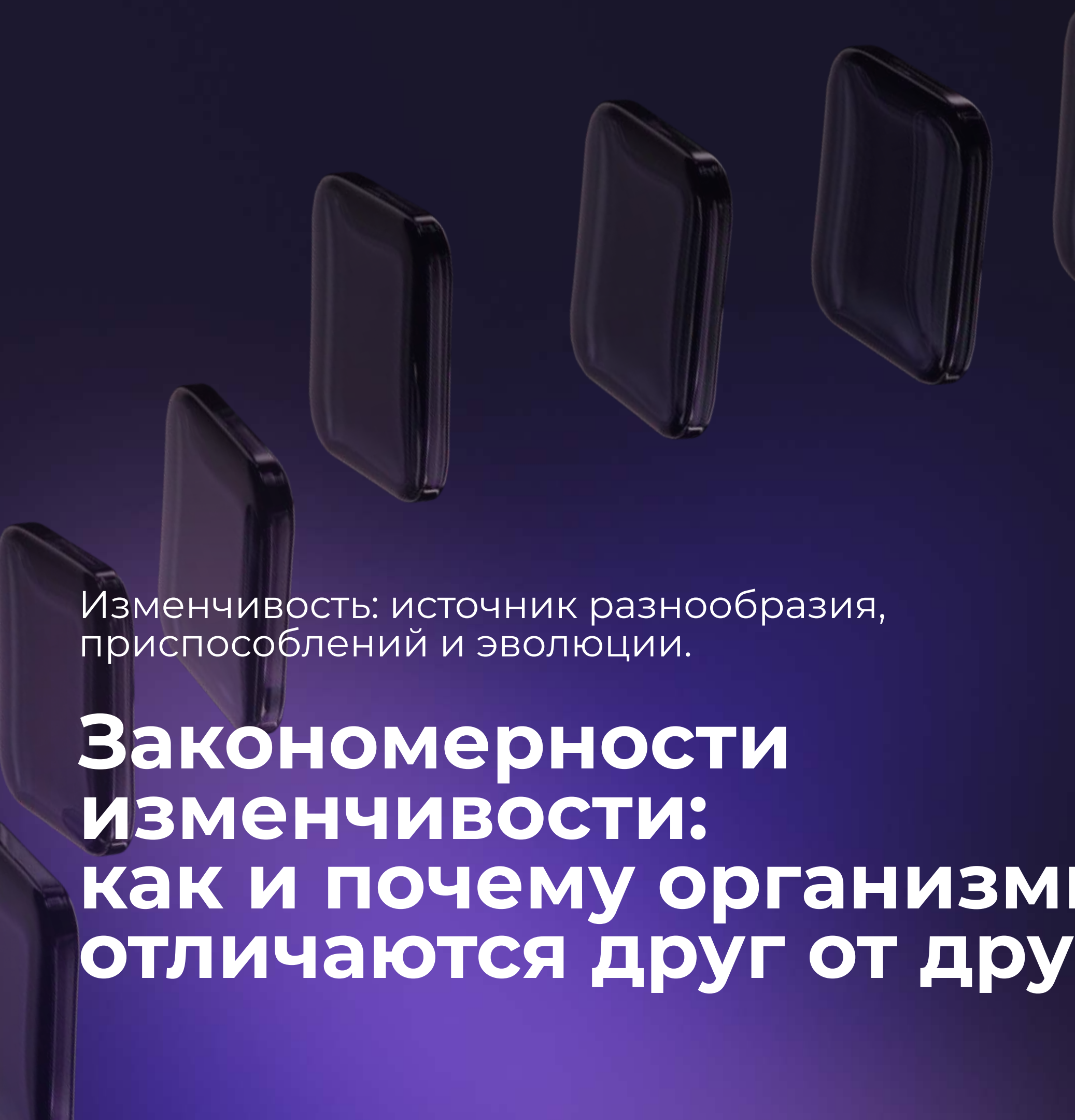




Изменчивость: источник разнообразия, приспособлений и эволюции.

**Закономерности
изменчивости:
как и почему организмы
отличаются друг от друга**





Почему особи одного вида не одинаковы

Даже у особей одного вида различаются рост, окраска, устойчивость и темпы развития. Одни признаки задаются генотипом, другие формируются под влиянием среды, а часть возникает при половом размножении и случайном сочетании генов.

Основные понятия темы: генотип, фенотип, норма реакции

Наследственный признак

Так называют признак, который передаётся от родителей потомкам через гены. Он сохраняется в поколениях, но может проявляться по-разному в зависимости от условий развития организма.

Генотип и фенотип

Генотип — это совокупность всех генов организма, а фенотип — все его внешние и внутренние признаки, возникающие при взаимодействии генотипа со средой.

Норма реакции

Это пределы, в которых признак может изменяться без изменения генотипа. Обычно количественные признаки, например рост, имеют более широкую норму реакции, чем качественные.

Основные формы изменчивости

Форма	Причина	Особенности
Модификационная	Среда	Не наследуется
Комбинативная	Рекомбинация генов	Новые сочетания
Мутационная	Изменение ДНК	Наследуется

Сравнение показывает, чем отличаются формы изменчивости по причинам возникновения, наследованию и обратимости.

Среда меняет проявление признаков, рекомбинация создаёт их новые сочетания, а мутации формируют новые наследственные варианты.

Школьный курс биологии: тема «Изменчивость»

Модификационная изменчивость и влияние среды



■ Что её вызывает

Такая изменчивость возникает под действием температуры, света, влажности, питания и других факторов среды. При этом меняется выраженность признака, а не сам генетический материал.

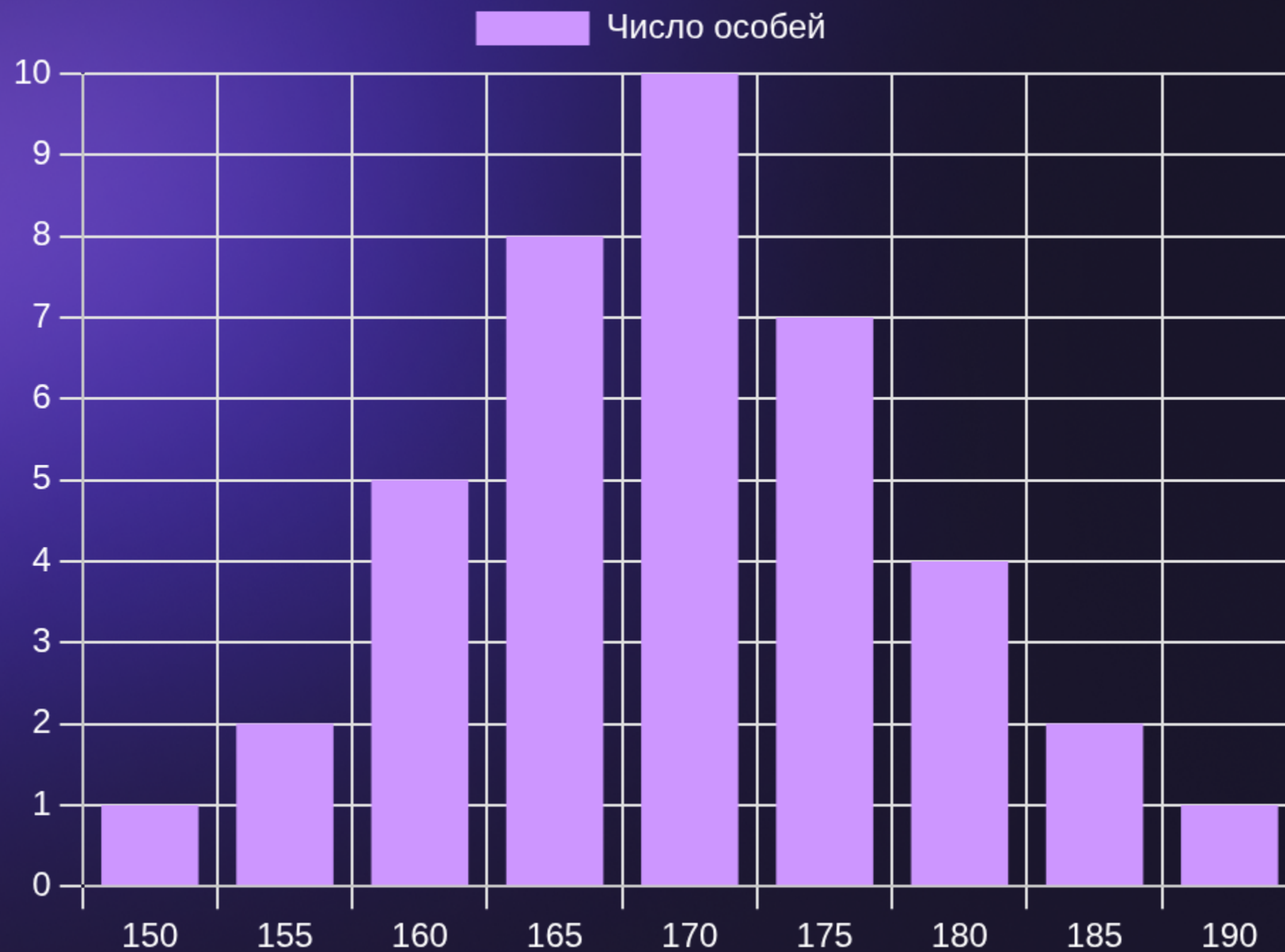
■ Почему она обратима

Если условия возвращаются к прежним, признак часто меняется обратно. Поэтому модификационные изменения не закрепляются в потомстве и не считаются наследственными.

■ Примеры из жизни

Загар кожи у человека, сезонное изменение густоты шерсти у животных и различия в облиственности растений при разной освещённости хорошо показывают роль среды.

Вариационный ряд и вариационная кривая



Распределение показывает, как часто встречаются разные значения признака в одной группе организмов.

Наибольшая частота у средних значений; крайние варианты редки, поэтому распределение близко к нормальному.

Условные данные для иллюстрации распределения признака в группе

Почему возникает комбинативная изменчивость

01 Кроссинговер

В профазе I мейоза гомологичные хромосомы обмениваются участками. Это создаёт новые комбинации аллелей внутри одной хромосомы и увеличивает генетическое разнообразие гамет.

02 Независимое расхождение

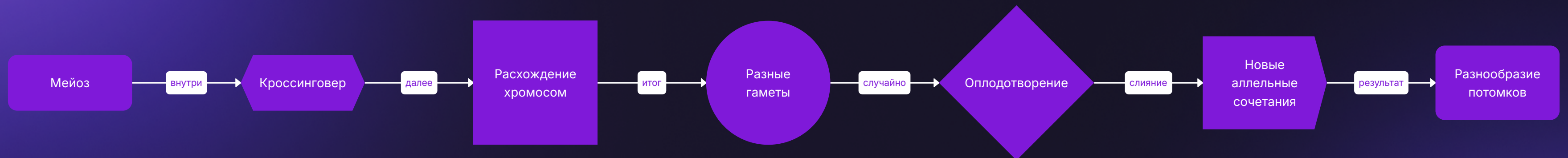
В мейозе пары хромосом расходятся в гаметы случайным образом. Из-за этого каждая половая клетка получает свой набор хромосом, не совпадающий с другими.

03 Случайное оплодотворение

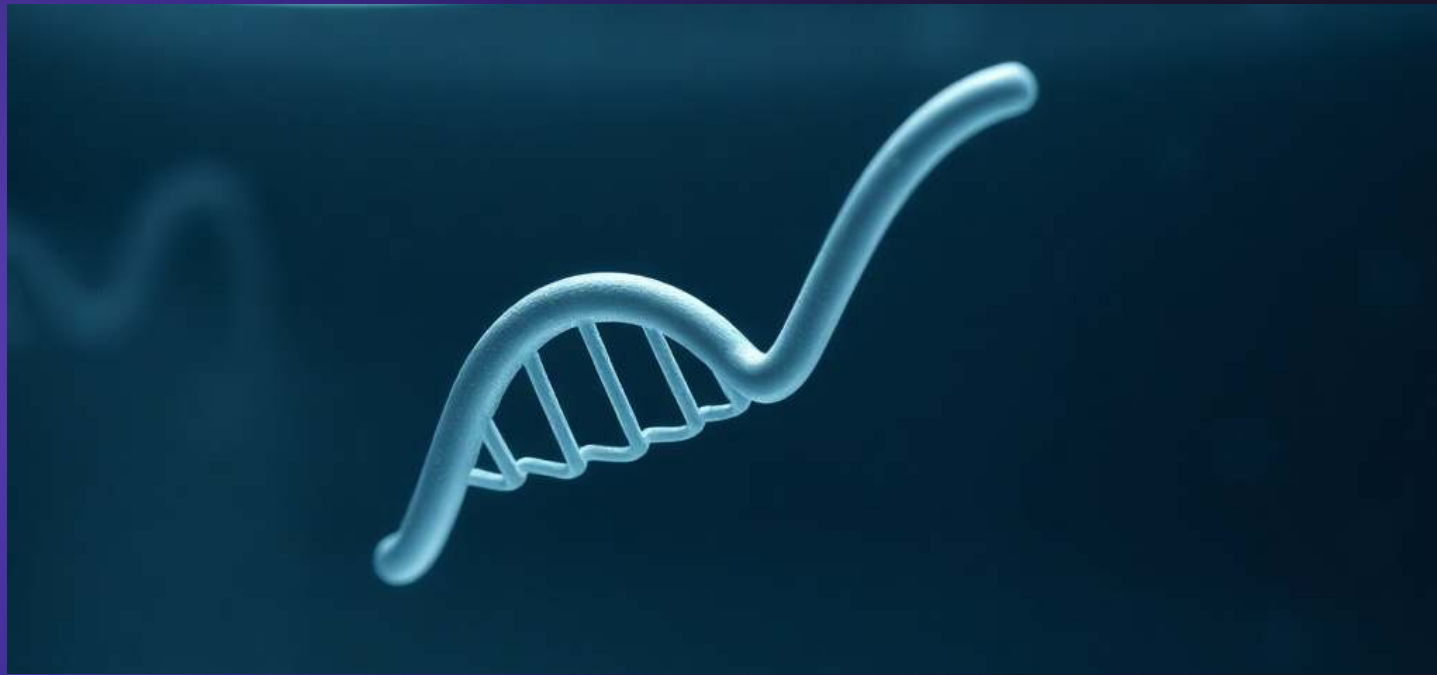
При слиянии гамет объединяются разные наследственные наборы. В результате потомки получают уникальные сочетания генов, хотя новые аллели при этом не возникают.

От мейоза к генетическому разнообразию

Схема показывает уровни рекомбинации и итоговый рост разнообразия потомков.



Мутации: как возникает наследственная изменчивость



Изменение в молекуле ДНК

Иногда ошибка затрагивает один участок ДНК, и в гене появляется новое состояние. Такое изменение может почти не проявляться внешне, а может привести к наследственному заболеванию, если оно сохраняется в половых клетках и передаётся потомкам.



Аномалия на уровне хромосом

Бывает, что меняется не отдельный ген, а целая хромосома: её участок утрачивается, удваивается или перестраивается. На кариотипе это видно как структурное отклонение, а в организме оно нередко связано с нарушением развития.

Типы мутаций и их примеры

Сопоставление типов мутаций помогает увидеть, на каком уровне изменяется наследственный материал и какие последствия это вызывает.

Чем крупнее изменение генетического материала, тем заметнее последствия; при этом мутации могут быть вредными, нейтральными и редко полезными.

Тип	Уровень	Пример
Генная	Один ген	Альбинизм
Хромосомная	Структура хромосомы	Нарушения развития
Геномная	Число хромосом	Синдром Дауна

Школьный курс биологии: раздел о мутационной изменчивости

Факторы, вызывающие мутации: мутагены



Химические мутагены

Некоторые вещества из табачного дыма, промышленные реагенты и отдельные пестициды изменяют химическую структуру ДНК или мешают её копированию. Это повышает риск ошибок при делении клеток.



Особая опасность для делящихся клеток

Наиболее уязвимы клетки, которые активно делятся, потому что при каждом копировании ДНК возрастает вероятность закрепления ошибки. Поэтому мутагены особенно опасны для растущих тканей и зародышевых клеток.



Физические мутагены

Ультрафиолетовые лучи, рентгеновское излучение и ионизирующая радиация повреждают молекулы ДНК. Если клетка не успевает исправить такие изменения, они закрепляются и могут перейти в дочерние клетки.



Биологические мутагены

К мутагенам биологической природы относят вирусы и некоторые мобильные генетические элементы. Они способны встраиваться в геном, нарушать работу генов и изменять наследственный материал клетки.

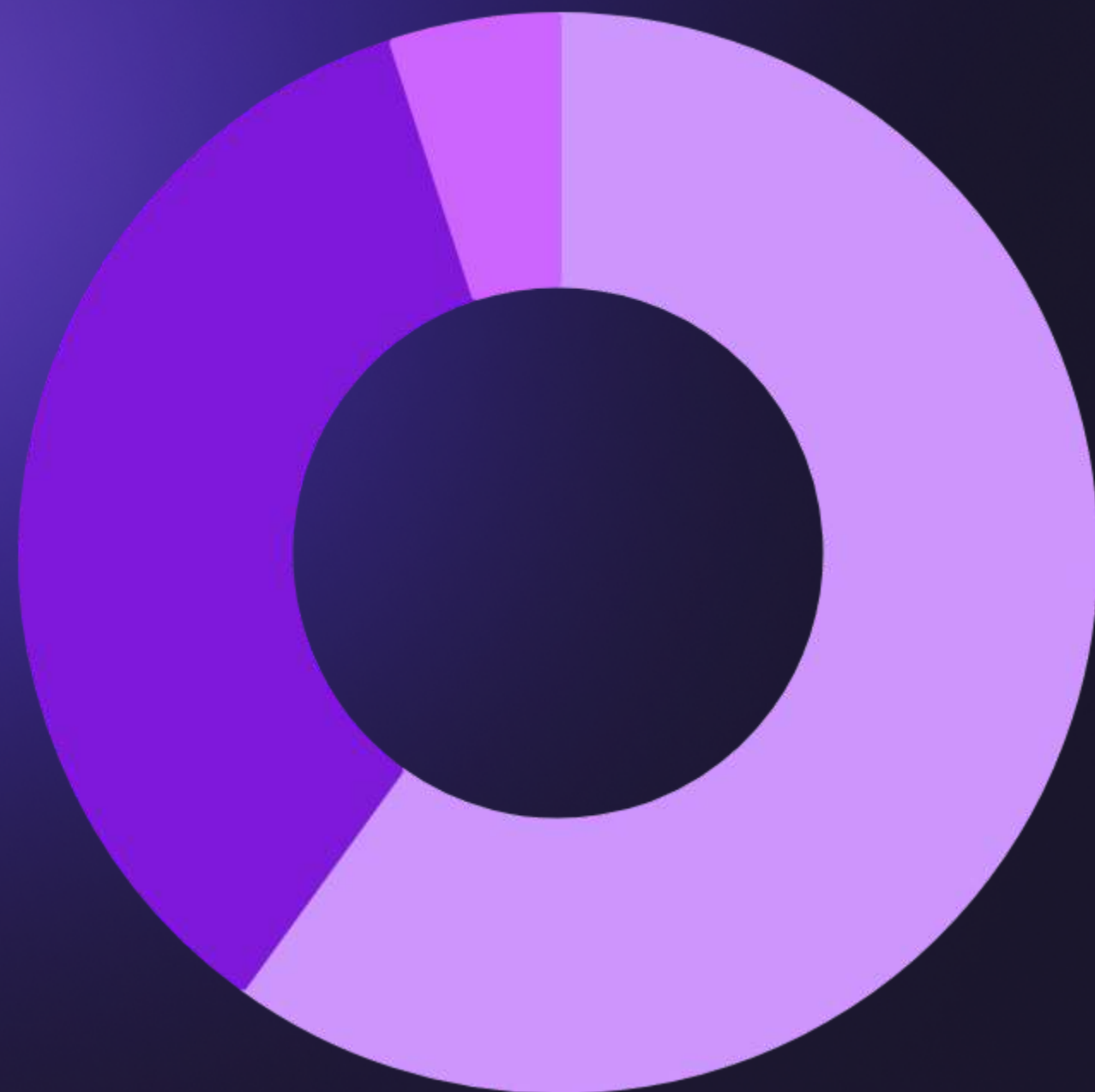


Почему важна защита

Понимание действия мутагенов помогает снижать риск наследственных нарушений и онкологических заболеваний. Ограничение контакта с излучением и вредными веществами — важная мера профилактики.

Как часто мутации бывают полезными, нейтральными и вредными

Нейтральные Вредные Полезные



Даже полезная мутация становится заметной только в определённых условиях среды. Частота появления мутаций возрастает под действием мутагенов и при ошибках репликации.

Основная масса мутаций не даёт выигрыша организму; эволюционное значение имеют редкие полезные варианты, если они закрепляются отбором.

Учебная схема для иллюстрации распределения типов мутаций; условные значения для наглядности.

Количественные и качественные признаки в изменчивости

01

Количественные признаки

Они изменяются плавно и измеряются числом: рост, масса, длина листа, урожайность. Для таких признаков характерны непрерывный ряд значений и заметный разброс внутри одного вида.

02

Качественные признаки

Эти признаки различаются по чётким вариантам, без промежуточных форм: группа крови, наличие пигмента, форма семян. Они удобны для анализа, потому что легко распознаются по отдельным категориям.

03

Роль среды

Чем сильнее влияние условий жизни, тем шире фенотипический разброс количественного признака при одинаковом генотипе. У качественных признаков среда обычно влияет слабее и не меняет сам вариант.

04

Практический смысл

Различение двух типов признаков помогает понимать результаты опытов, строить вариационные ряды и оценивать, что именно определяет наблюдаемое различие: наследственность, среда или их совместное действие.

Примеры модификационной изменчивости у растений, животных и человека



Стрелолист меняет листья под водой и на воздухе

У стрелолиста один и тот же организм формирует разные листья в зависимости от среды. Под водой они узкие и вытянутые, а на воздухе становятся более широкими и приспособленными к другим условиям. Это наглядный пример влияния среды на фенотип.



Сезонная окраска арктического зайца

Арктический заяц меняет окраску шерсти в зависимости от времени года. Зимой мех светлеет и становится почти белым, что делает животное менее заметным на фоне снега. Весной окраска возвращается к более тёмной.

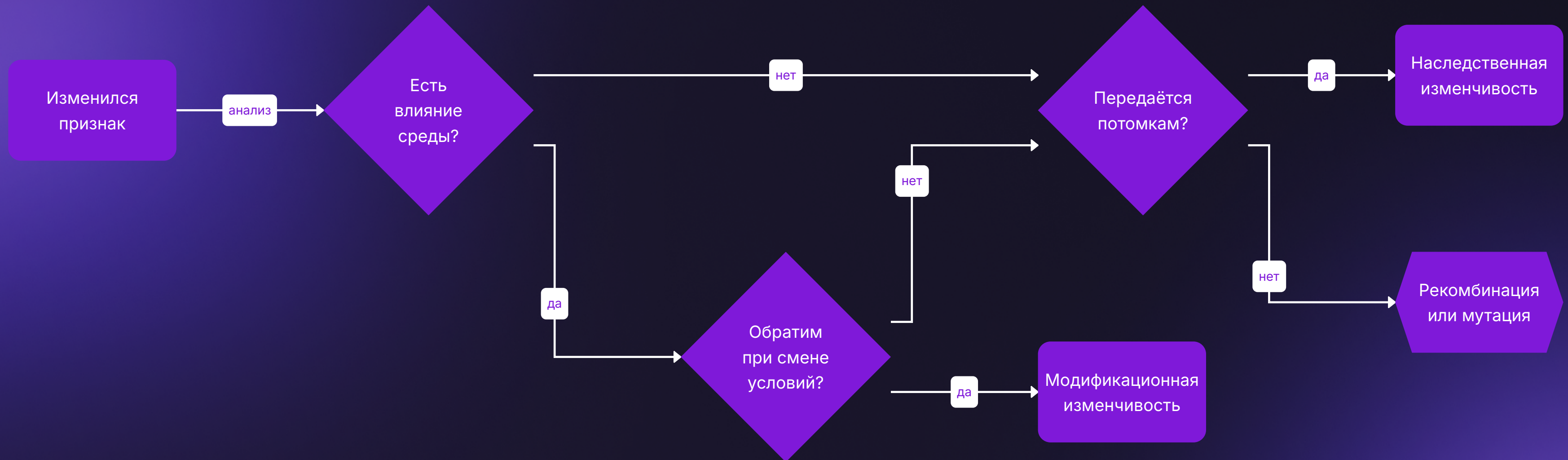


Тренировка и функциональные возможности человека

У человека регулярные физические нагрузки повышают силу мышц, выносливость и работоспособность организма. Если движение ограничено, функциональные показатели снижаются. При этом сам генотип не меняется, а реакция тела зависит от образа жизни.

Как различить модификационную и наследственную изменчивость

Последовательность анализа признака: от наблюдения внешнего изменения к определению его причины и наследуемости.



Практическое значение разных форм изменчивости

Форма	Значение	Пример
Модификац.	Условия выращивания	Полив, свет
Комбинативная	Гибридизация	Новые сочетания
Мутационная	Селекция и медицина	Сорта, болезни

Разные формы изменчивости по-разному используются в биологии, сельском хозяйстве и медицине. Таблица показывает, где каждая из них особенно важна.

Модификационная изменчивость помогает управлять средой, комбинативная — получать нужные сочетания признаков, а мутационная — изучать и использовать наследственные изменения.

Учебное обобщение по теме «Изменчивость».

Изменчивость как материал для эволюции

Наследственная основа разнообразия

Именно наследственная изменчивость создаёт различия между особями в популяции. Без этого материала естественный отбор не смог бы сохранять более приспособленные варианты и менять состав популяций.

Роль отбора

Отбор действует не на абстрактные признаки, а на конкретные наследуемые различия. Одни варианты повышают выживание и размножение, другие постепенно исчезают из популяции.

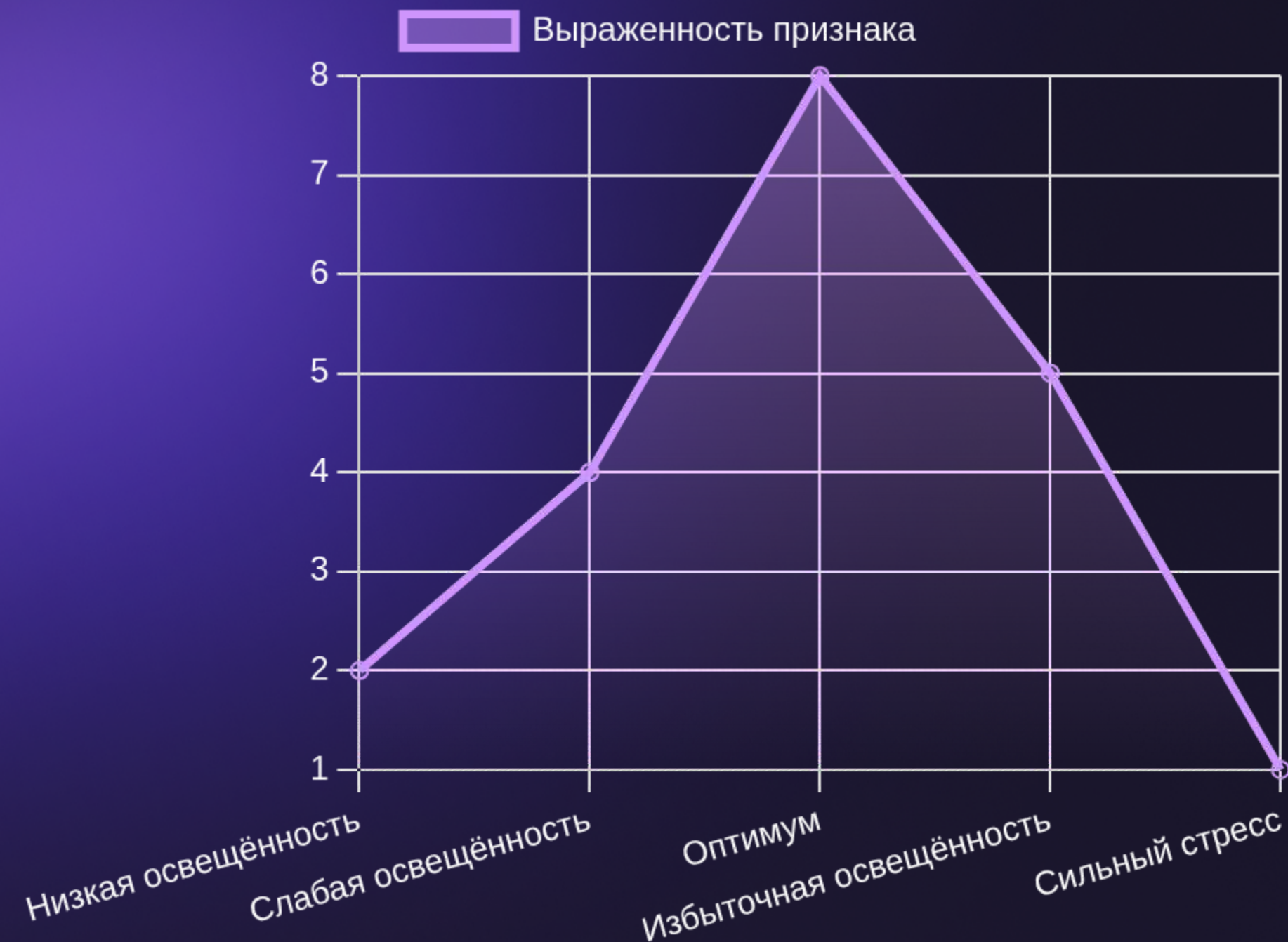
Адаптация и микроэволюция

Накопление полезных наследственных изменений делает популяции более устойчивыми к меняющейся среде. Так возникают адаптации и постепенно формируются новые признаки на уровне вида.

Ограниченность модификаций

Модификационная изменчивость полезна в текущих условиях, но не передаётся потомкам как новый генетический вариант. Поэтому она помогает приспособлению, но не является источником эволюционных новшеств.

Связь среды и выраженности признака



Генотип задаёт пределы реакции, но внутри этих границ конкретное значение признака зависит от условий. Особенно заметны отклонения при недостатке или избытке фактора.

Максимальная выраженность признака наблюдается в зоне оптимума; при отклонении от неё действие среды ослабляет развитие признака и сужает проявление нормы реакции.

Учебная модель зависимости признака от фактора среды; условные значения для наглядности.

Типичные ошибки при изучении изменчивости

Путаница среды и наследственности

Не каждое различие между организмами связано с генами. Иногда признак изменяется только из-за питания, освещённости, температуры или других условий среды и не передаётся потомкам.

Смешение модификаций и мутаций

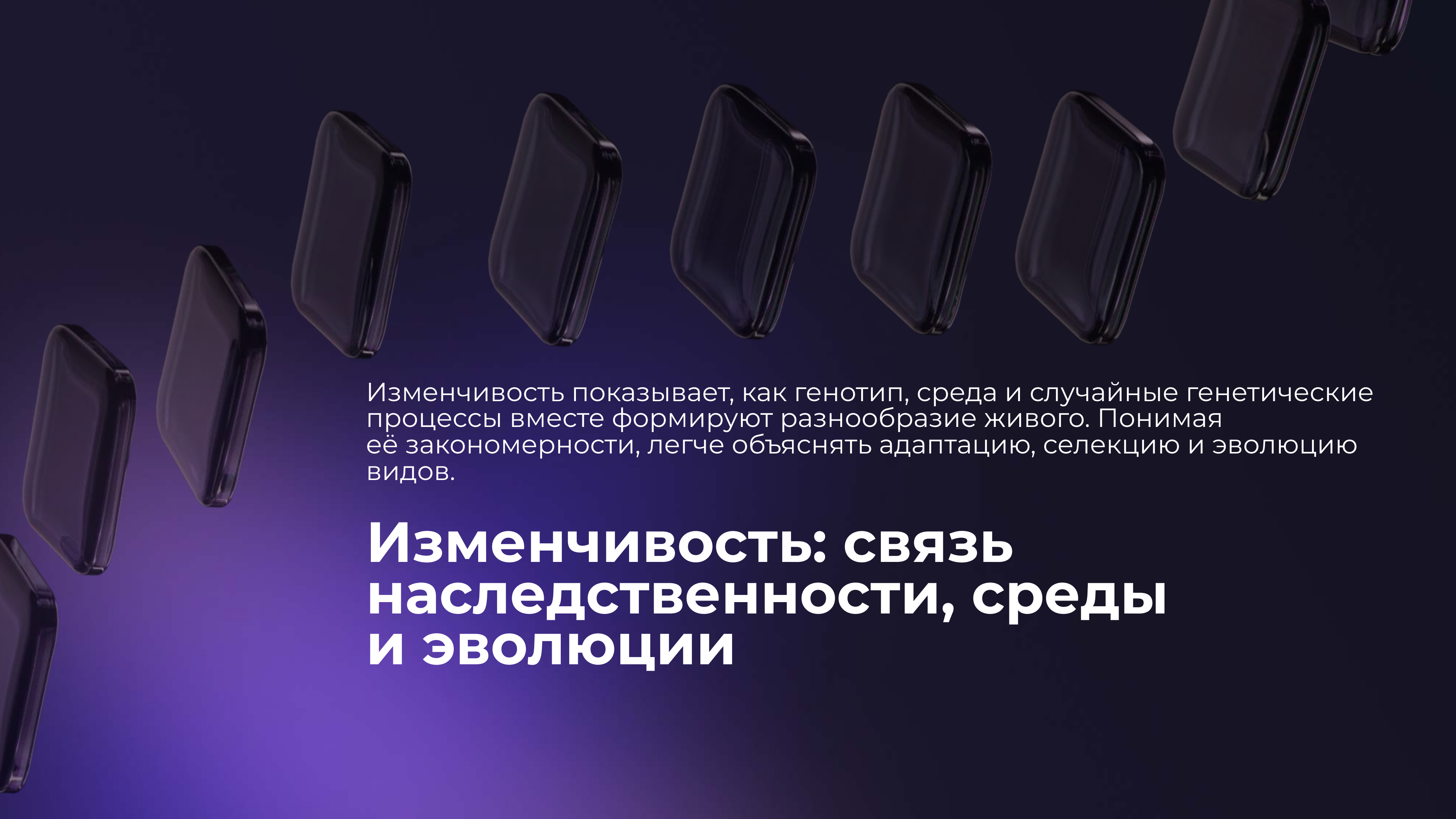
Модификационная изменчивость не затрагивает ДНК, тогда как мутации изменяют наследственный материал. Поэтому у этих форм разные причины, разные последствия и разная устойчивость.

Неверное понимание комбинативной изменчивости

Комбинативная изменчивость не создаёт новые гены. Она лишь по-новому сочетает уже существующие аллели, поэтому увеличивает разнообразие потомков без изменения самого набора генов.

Главный критерий различения

Чтобы определить форму изменчивости, нужно проверить наследуемость, обратимость и изменение генетического материала. Если признак исчезает при смене условий, речь идёт о модификации.



Изменчивость показывает, как генотип, среда и случайные генетические процессы вместе формируют разнообразие живого. Понимая её закономерности, легче объяснить адаптацию, селекцию и эволюцию видов.

Изменчивость: связь наследственности, среды и эволюции