

Основные закономерности изменчивости организмов

Как наследственность и среда формируют
разнообразие живой природы

1 ÷ 2 109 8

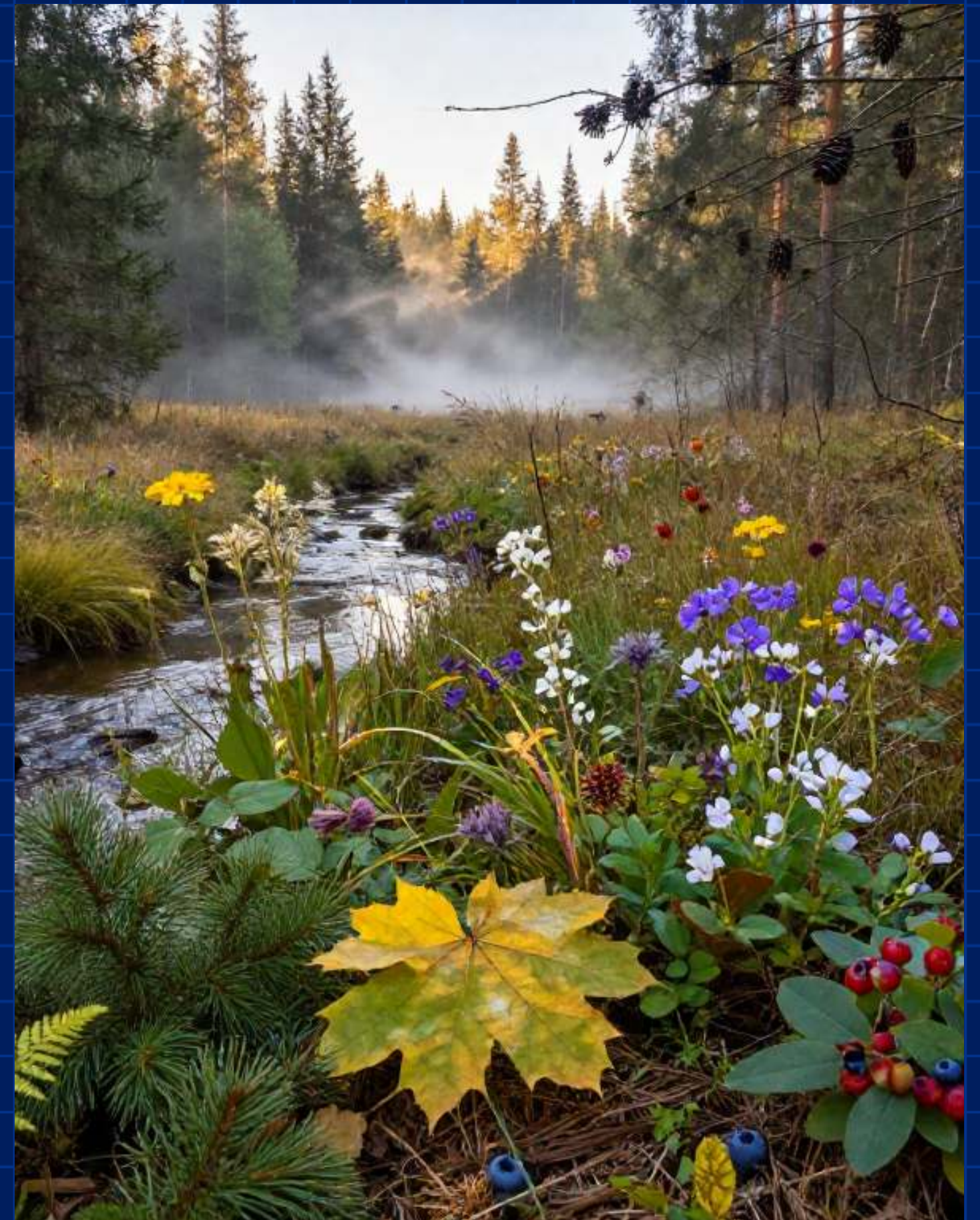


Почему изменчивость — ключ к разнообразию жизни

4 1 2 — 9

Ни один организм не является точной копией другого: различия определяются наследственностью, условиями среды и их взаимодействием. Именно изменчивость помогает популяциям приспосабливаться, а селекции — отбирать ценные признаки.

6 7



Понятие изменчивости и её биологическое значение

1

!

Что это такое

Изменчивость — это способность организмов отличаться друг от друга и от родительских форм. Она проявляется на уровне отдельного признака, целого организма и даже популяции.

Откуда берётся

Причины различий связаны либо с генотипом, либо с влиянием среды, либо с их совместным действием. Поэтому одинаковые особи в разных условиях могут выглядеть по-разному.

Уровни проявления

Изменения затрагивают окраску, размеры, форму органов, обмен веществ и многие другие признаки. Одни из них заметны сразу, другие выявляются только при сравнении большого числа особей.

Значение для вида

Благодаря изменчивости в популяции сохраняется разнообразие признаков. Это повышает шансы вида выжить при смене климата, пищи, врагов и других условий среды.

Связь с эволюцией

Изменчивость создаёт различия, на которые может действовать естественный отбор. Без неё не возникали бы новые приспособления и не происходило бы постепенное усложнение живых систем.

$$x^2 + 4x - 8$$

0

Основные формы изменчивости

Форма	Причина	Наследуется
Модификационная	Среда	Нет
Комбинативная	Рекомбинация генов	Да
Мутационная	Изменение ДНК	Да

Сравнение трёх главных форм показывает, чем они различаются по причине, наследованию и биологическому эффекту.

Модификационная изменчивость меняет фенотип без изменения наследственного материала, а комбинативная и мутационная создают наследственное разнообразие.



Модификационная изменчивость и норма реакции

Влияние среды

Температура, освещённость, влажность, питание и физическая нагрузка могут заметно менять внешний облик и функциональные показатели организма без перестройки его наследственной основы.

Примеры изменений

У растений на свету листья обычно мельче и плотнее, чем в тени; при полноценном питании увеличиваются масса тела и размеры органов; у человека появляется загар.

Норма реакции

Один и тот же генотип способен проявляться в пределах определённого диапазона. Этот диапазон и называют нормой реакции: он задаёт границы возможных фенотипических изменений.

Обратимость признаков

Большинство таких изменений обратимы: после исчезновения фактора среды признак может вернуться к исходному состоянию. При этом ДНК не изменяется.

Практический смысл

Понимание нормы реакции помогает отличать приспособительные изменения от наследственных признаков и правильно оценивать влияние условий выращивания, содержания и тренировки.

Влияние условий среды на проявление признака



Учебная модель зависимости признака от факторов среды

Рост признака усиливается по мере улучшения условий, но не бесконечно: предел задаёт норма реакции данного генотипа.

Среда влияет на фенотип закономерно, однако изменение признака ограничено наследственно заданными рамками.

Свойства модификационной изменчивости

1

log



Массовость

Одинаковые условия среды вызывают сходные изменения у многих особей одновременно, поэтому модификационная изменчивость проявляется как групповой ответ популяции, а не как редкое исключение.



Направленность

Один и тот же фактор обычно вызывает вполне определённое изменение признака. Например, усиленное питание повышает массу тела, а недостаток света изменяет форму листьев.



Закономерность

Изменения распределяются в пределах нормы реакции не случайно, а статистически. Это означает, что при одинаковых условиях чаще возникают близкие по выраженности варианты признака.



Без изменения генотипа

Наследственный материал при этом не перестраивается, поэтому потомкам передаётся не сам приобретённый признак, а способность изменяться в определённых пределах.



Обратимость

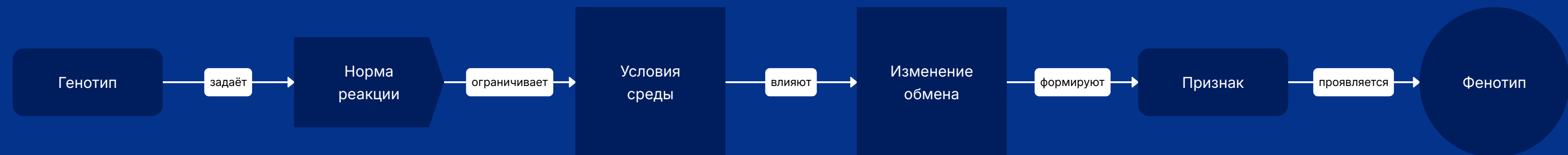
Когда действие фактора среды ослабевает или исчезает, признак нередко возвращается к исходному состоянию. Поэтому модификационные изменения не фиксируются как наследственные.

2

x

От генотипа к фенотипу при модификационной изменчивости

Схема показывает, как среда влияет на проявление признака в пределах нормы реакции.



Комбинативная изменчивость: источники генетического разнообразия

1 Полное размножение

Комбинативная изменчивость возникает при половом размножении. Она не создаёт новые гены, а по-новому сочетает уже имеющиеся аллели у потомства.

2 Мейоз

При независимом расхождении хромосом в мейозе материнские и отцовские хромосомы распределяются по гаметам случайно. Это резко увеличивает число возможных сочетаний наследственного материала.

3 Кроссинговер

Обмен участками между гомологичными хромосомами создаёт новые комбинации аллелей в одной хромосоме. Поэтому гаметы становятся генетически ещё более разнообразными.

4 Оплодотворение

Случайное слияние гамет объединяет две разные наследственные программы. Именно поэтому каждый организм получает уникальный набор признаков, не совпадающий с родительским.

5 Результат

В потомстве появляются многочисленные варианты одного вида: по окраске, росту, устойчивости, особенностям обмена веществ и другим признакам, важным для отбора и приспособления.

Как половое размножение увеличивает разнообразие потомства

■ Независимое расхождение хромосом ■ Кроссинговер
■ Случайное оплодотворение



Учебная схема вклада механизмов комбинативной изменчивости

Даже при небольшом числе хромосомных пар количество генетически различных гамет и зигот быстро возрастает.

Каждый механизм по-своему повышает разнообразие, а вместе они делают потомство генетически уникальным.

Значение комбинативной изменчивости для популяций

Новые сочетания генов

Комбинативная изменчивость не создаёт новых аллелей, но постоянно перестраивает их сочетания. Благодаря этому у потомков появляются индивидуальные различия, которые затрагивают многие признаки сразу и делают каждую особь неповторимой.

Запас для отбора

Чем разнообразнее генотипы внутри популяции, тем выше вероятность, что часть особей окажется лучше приспособленной к изменившимся условиям. Именно на этом разнообразии работает естественный отбор.

Основа селекции

В селекции комбинативная изменчивость позволяет сочетать полезные признаки разных родительских форм. Из полученного потомства отбирают особей с наиболее ценным набором свойств для дальнейшего размножения.

Разнообразие признаков

Различия по окраске, росту, устойчивости к болезням и особенностям обмена веществ часто возникают именно из-за новых комбинаций генов. Поэтому комбинативная изменчивость поддерживает внутривидовое разнообразие.


$$x^2 + 4x - 8$$

Мутационная изменчивость и её последствия



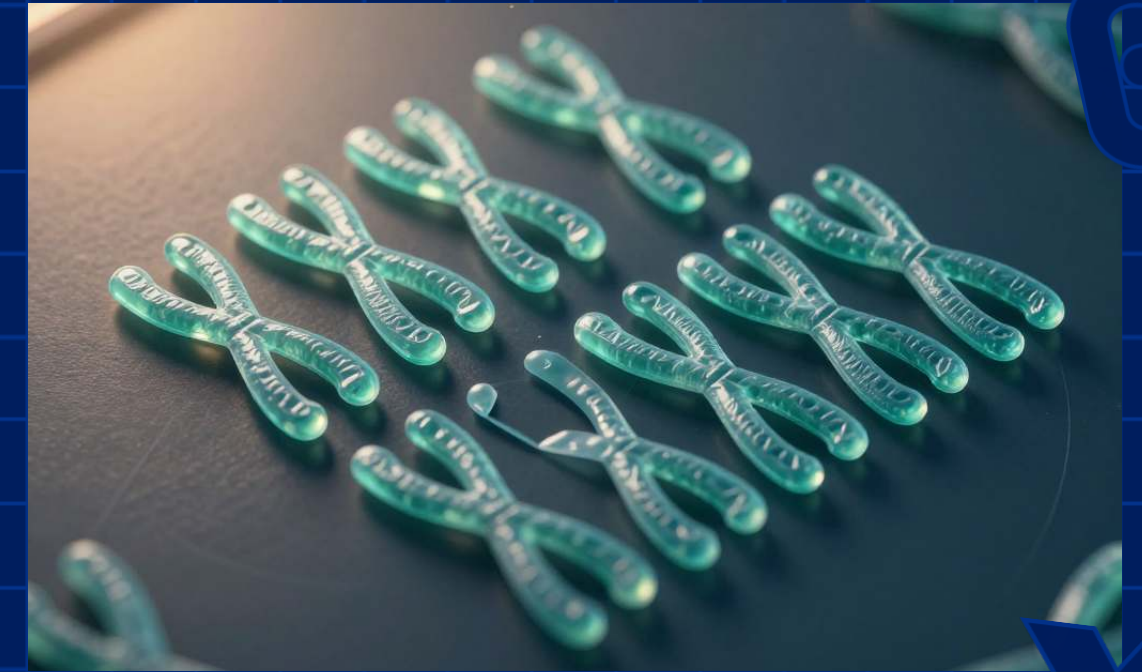
Одна замена — новый признак

Иногда достаточно одной точечной замены в ДНК, чтобы изменился синтез белка и проявился новый признак. Такой сдвиг может быть почти незаметным, а может серьёзно повлиять на работу организма. На схеме это удобно показать как молекулу ДНК с изменённым нуклеотидом.



Перестройка хромосомы

Если затрагивается целый участок хромосомы, меняется не отдельная буква, а крупный фрагмент наследственного текста. Делеции, дупликации, инверсии и транслокации могут нарушать работу многих генов сразу и заметно менять фенотип.



Изменение числа хромосом

Иногда мутация связана не с качеством, а с количеством хромосом. Такой случай хорошо иллюстрирует кариотип, где видно лишнюю или отсутствующую хромосому. Подобные изменения часто имеют серьёзные последствия для развития организма.

Виды мутаций и примеры наследственных изменений

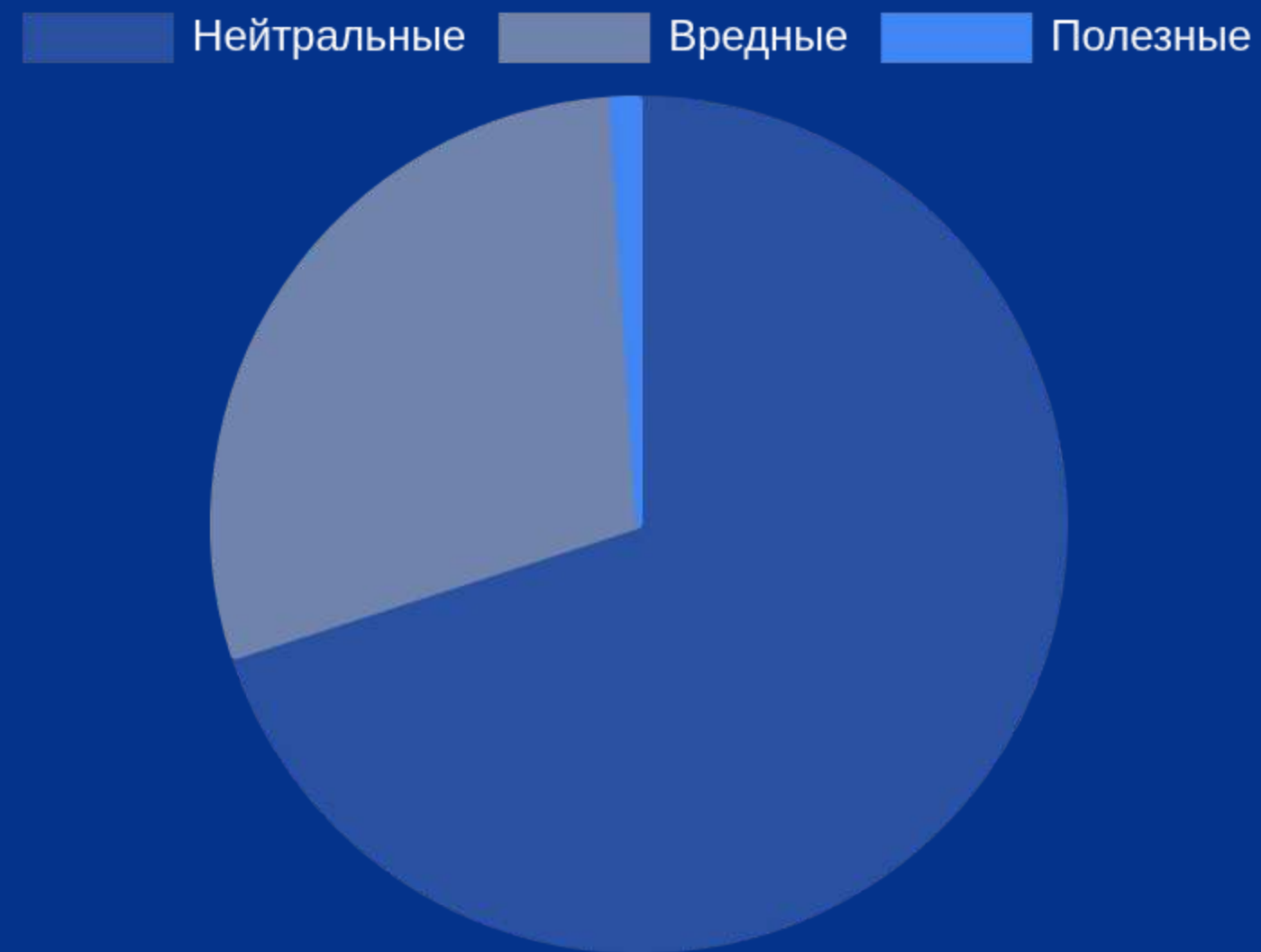
Тип	Изменение	Пример	Последствия
Генная	Нуклеотиды	Серповидноклеточная анемия	Вредные/нейтральные
Хромосомная	Участок хромосомы	Делеция, инверсия	Часто вредные
Геномная	Число хромосом	Трисомия 21	Тяжёлые нарушения

Школьный курс биологии; обобщение по типам мутаций

Таблица показывает три основных уровня мутаций и их типичные проявления. Она помогает увидеть, что наследственные изменения бывают точечными, хромосомными и геномными.

Генные мутации меняют информацию в пределах одного гена, а хромосомные и геномные затрагивают более крупные уровни организации наследственного материала.

Частота и последствия мутаций



Учебная схема, условные данные для наглядности

Диаграмма показывает условное распределение последствий мутаций. Полезные варианты редки, поэтому именно случайность и отбор определяют, какие изменения сохранятся в популяции.

Большинство мутаций не дают преимущества; значимость имеет не частота самой мутации, а её эффект и дальнейший отбор.

Спонтанные и индуцированные мутации

Возникновение без внешнего воздействия

Спонтанные мутации появляются из-за ошибок репликации, кроссинговера или восстановления ДНК. Они возникают естественно и могут накапливаться в наследственном материале без участия мутагенов.

Действие мутагенов

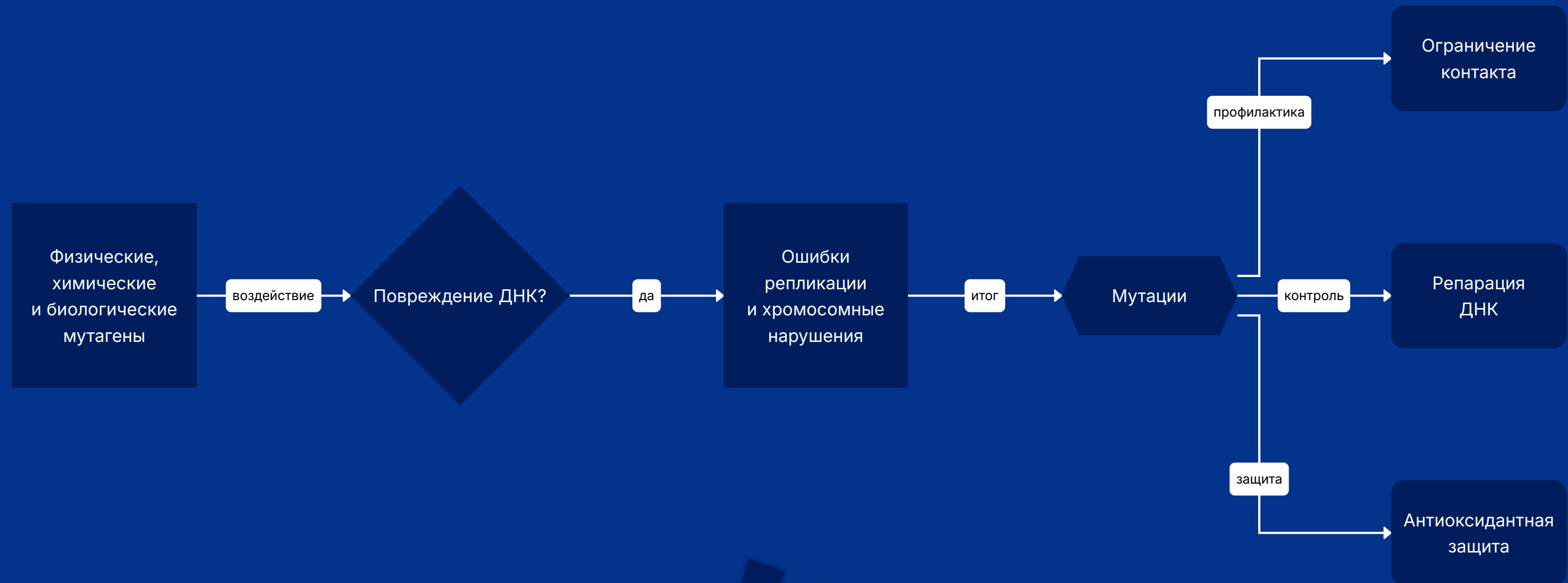
Индуцированные мутации связаны с внешними факторами: ультрафиолетом, радиацией, химическими веществами и некоторыми вирусами. Эти воздействия повышают вероятность повреждения ДНК.

Передача потомкам

Наследственными становятся только мутации в половых клетках или их предшественниках. Изменения в соматических клетках обычно не наследуются, но могут ухудшать состояние самого организма.

Мутагенные факторы и механизмы защиты организма

Схема отражает путь от воздействия мутагенов к повреждению ДНК и показывает основные клеточные и поведенческие механизмы защиты.



Генотипическая и фенотипическая изменчивость

$\sin$

$\cos$

tg

ctg

Связь с наследственностью

Генотипическая изменчивость затрагивает наследственный материал и включает комбинативные и мутационные процессы. Она меняет саму основу признака, поэтому может передаваться потомкам и накапливаться в популяциях.

Роль среды

Фенотипическая изменчивость возникает под влиянием условий среды и обычно не сопровождается изменением ДНК. Она показывает, как один и тот же генотип может проявляться по-разному.

Почему важно различать

Разграничение этих форм помогает понять, что именно стало причиной внешних различий: наследственные изменения, действие среды или их совместное влияние. Это особенно важно в медицине и экологии.

Связь разделов биологии

Понятие изменчивости объединяет генетику, экологию и эволюцию. Оно объясняет, как наследственные различия и средовые воздействия вместе формируют разнообразие живых организмов.

Сравнение наследственной и ненаследственной изменчивости

Признак	Модификац.	Комбинативн.	Мутац.
Причина	Среда	Размножение	Изменение ДНК
Наследуется	Нет	Да	Да
Устойчивость	Обратима	Устойчива	Устойчива

Таблица сопоставляет три формы изменчивости по причинам, наследованию, устойчивости и роли в популяциях. Она подчёркивает, что не всякая изменчивость наследуется.

Наследственная изменчивость сохраняется в поколениях и создаёт материал для эволюции, тогда как модификационная отражает пределы нормы реакции.

Практическое значение знаний об изменчивости



Селекция

Знание комбинативной и мутационной изменчивости помогает получать новые сорта и породы, а затем отбирать формы с нужными признаками, урожайностью и устойчивостью к неблагоприятным условиям.



Медицина

Понимание наследственной изменчивости необходимо для оценки рисков, объяснения врождённых нарушений и профилактики действия мутагенов, способных повредить генетический материал человека.



Экология

Изменчивость помогает объяснять, почему популяции по-разному реагируют на изменение среды. Это важно для прогноза адаптации к загрязнению, климатическим сдвигам и другим факторам.



Биотехнология

В биотехнологии изучение изменчивости позволяет управлять свойствами микроорганизмов и клеток, подбирая линии с нужными признаками для производства лекарств, ферментов и биоматериалов.

Изменчивость как основа разнообразия жизни

Изменчивость проявляется как ответ живых систем на наследственность и среду. Именно она создаёт разнообразие признаков, поддерживает приспособляемость популяций и делает возможным естественный отбор.



cos

sin

1

tg

ctg