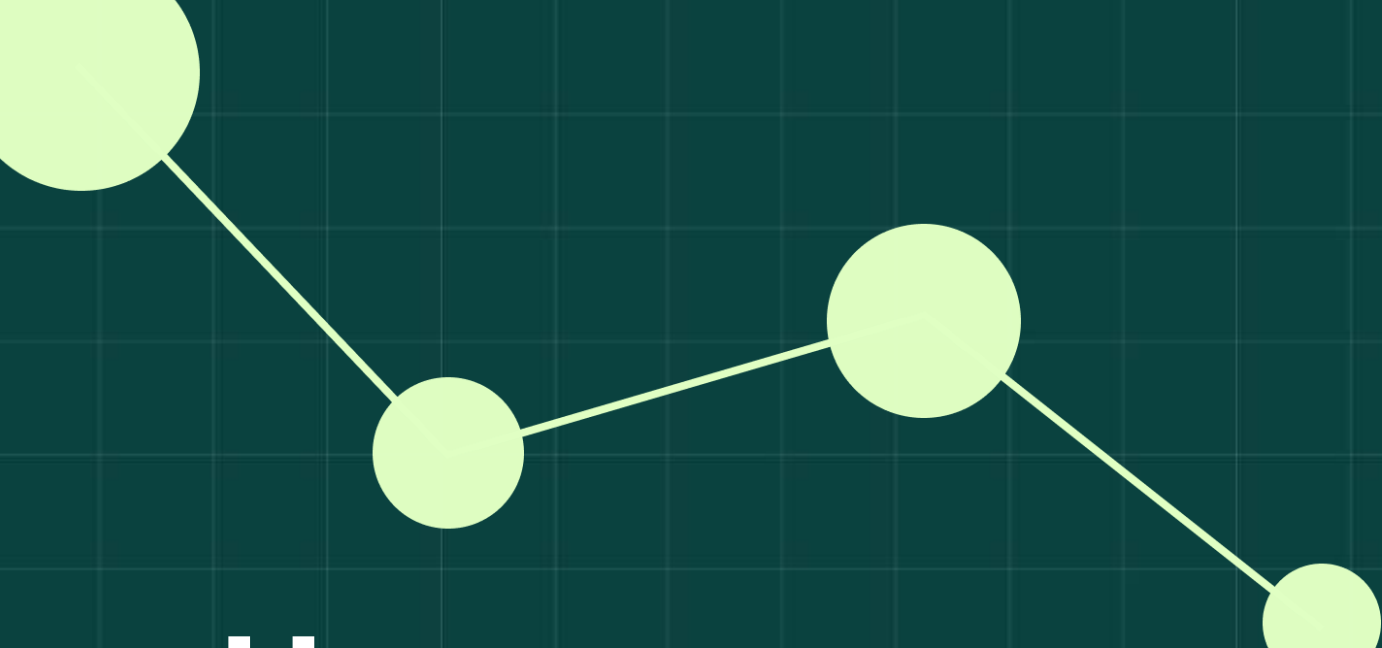




# Наследственная изменчивость как основа разнообразия живого

Изменения генетического  
материала определяют  
различия между организмами  
и их потомством.



# Зачем изучать наследственную изменчивость в 10 классе

Эта тема объясняет, почему у потомков появляются сходные и отличающиеся признаки, как возникают наследственные болезни и каким образом работают законы генетики, открытые Менделем, Морганом и Вавиловым.



# Понятие и основные признаки наследственной изменчивости

3

## ● Генетическая основа

Наследственная изменчивость связана с изменениями ДНК и хромосом. Именно поэтому новые варианты признаков сохраняются при передаче от родителей к потомкам и могут проявляться в следующих поколениях.

## ● Передача по наследству

Если изменение попадает в половые клетки, оно сохраняется в генотипе потомства. Такие признаки не исчезают после одной генерации, а могут повторяться и накапливаться в популяции.

## ● Устойчивость варианта

Наследственные изменения отличаются относительной стабильностью: они не зависят от кратковременных условий среды и воспроизводятся у потомков, если соответствующий генотип снова участвует в размножении.

## ● Материал для отбора

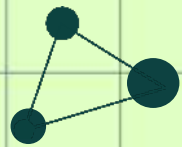
Именно наследственная изменчивость создаёт разнообразие особей, на которое действует естественный отбор. Без неё не было бы приспособлений, закрепляющихся в популяциях и меняющих их состав.

## ● Роль в эволюции

Накопление наследственных различий со временем ведёт к эволюционным изменениям. Поэтому наследственная изменчивость рассматривается как один из главных механизмов исторического развития живой природы.

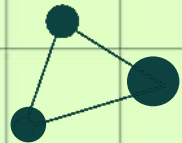
# Мутации как источник новых наследственных признаков

4



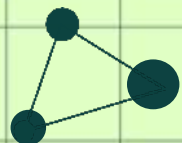
## Откуда возникают

Мутации могут появляться спонтанно при копировании ДНК или под действием мутагенов: ультрафиолета, ионизирующего излучения, некоторых химических веществ и вирусов.



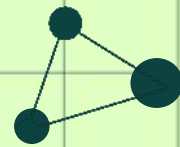
## Известные примеры

К наследственным последствиям мутаций относятся альбинизм, серповидноклеточная анемия, синдром Дауна и полиплоидия у растений. Эти примеры показывают разнообразие возможных изменений.



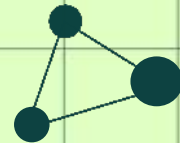
## Связь с генетикой

Изучение мутаций помогает понять, как наследуются признаки, почему возникают болезни и каким образом генетический материал остаётся изменчивым, сохраняя при этом преемственность поколений.



## Уровни изменений

По масштабу затронутого материала выделяют генные, хромосомные и геномные мутации. Они отличаются тем, какой участок генетического материала изменяется и как это отражается на признаке.



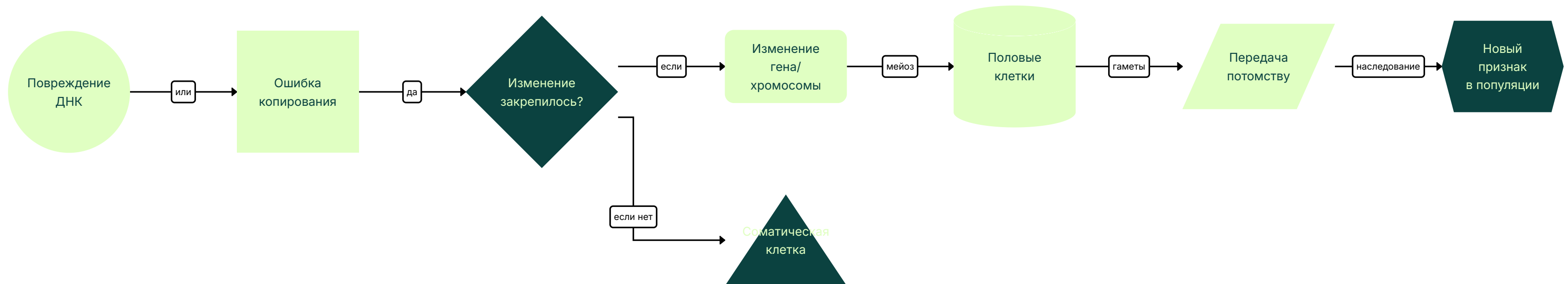
## Биологический эффект

Мутации могут нарушать развитие организма, изменять работу белков или, в редких случаях, давать полезные свойства. Их значение зависит от того, где и когда возникло изменение.



# Как возникает и наследуется мутация

Схема показывает путь от повреждения генетического материала до передачи нового признака потомству.



# Основные типы мутаций и их частота в изменчивости

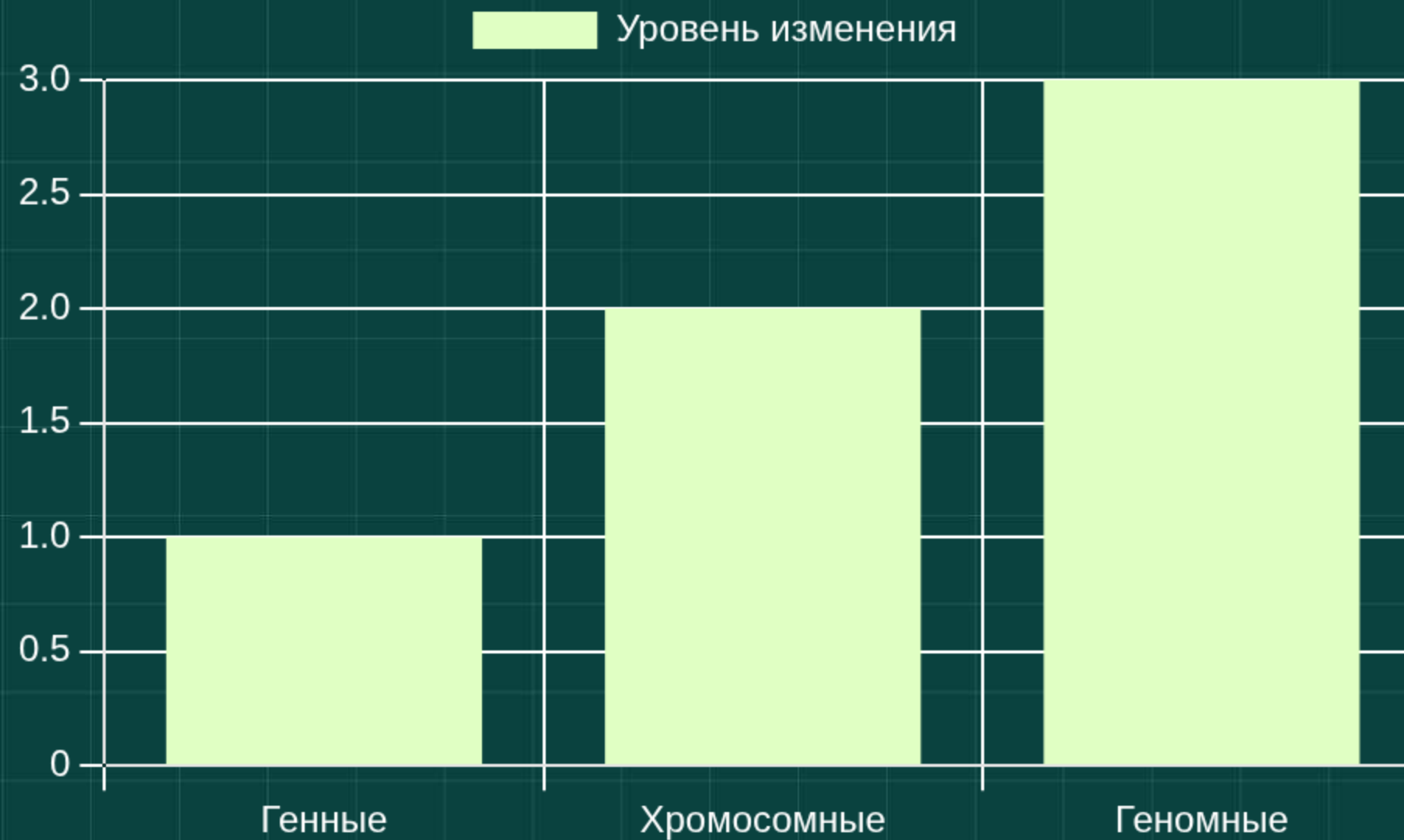


Схема показывает различие не по числу примеров, а по масштабу затронутого генетического материала: от одного гена до целого набора хромосом.

Чем крупнее изменение, тем шире его последствия для организма и потомства, хотя у растений геномные изменения нередко оказываются полезными.



Схематическое обобщение по школьному курсу биологии

# Генные мутации и их последствия для организма



## Замены нуклеотидов

При замене одного нуклеотида может измениться кодон, а затем и аминокислота в белке. Иногда это почти не влияет на функцию, а иногда резко нарушает работу молекулы.



## Вставки и выпадения

Вставка или выпадение нуклеотидов способно сдвинуть рамку считывания. Тогда последовательность аминокислот меняется, и белок часто становится нефункциональным или синтезируется слишком коротким.



## Наследственные болезни

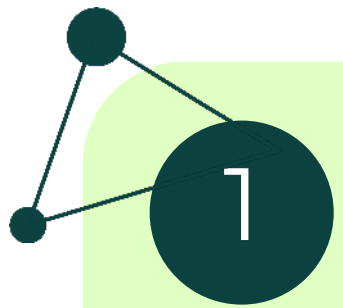
К генным мутациям относят изменения, связанные с фенилкетонурией, гемофилией, дальтонизмом и серповидноклеточной анемией. Эти нарушения показывают, насколько важно точное строение гена.



## Разный эффект

По влиянию на организм мутации бывают вредными, нейтральными и редко полезными. Итог зависит от роли изменённого белка и от условий, в которых живёт организм.

# Хромосомные перестройки и их биологическое значение



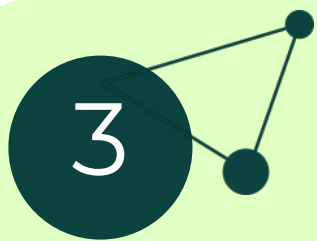
## Делеция

При делеции утрачивается участок хромосомы, а вместе с ним и часть генов. Такое изменение часто нарушает развитие организма, поскольку уменьшается количество наследственной информации.



## Дупликация

Дупликация приводит к удвоению участка хромосомы. Избыточное число копий генов меняет их дозу и может влиять на нормальную работу клеток, особенно на ранних этапах развития.



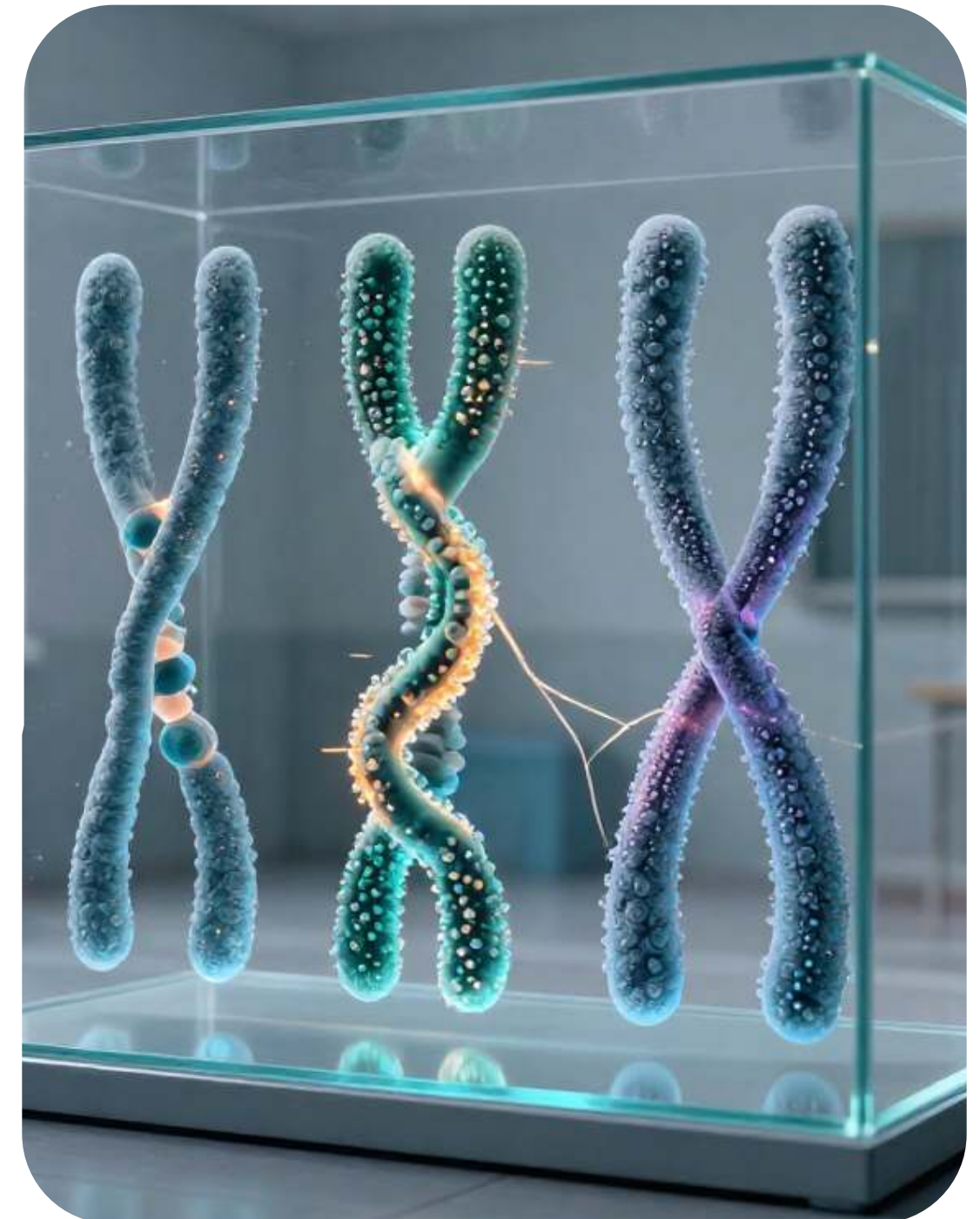
## Инверсия

Инверсия означает разворот участка хромосомы на 180 градусов. Хотя число генов не меняется, их порядок и взаимодействие могут нарушаться, что отражается на наследовании признаков.



## Транслокация

При транслокации участок одной хромосомы перемещается на другую. Такие перестройки способны вызывать бесплодие, нарушать деление клеток и встречаться в опухолевых клетках.



# Сравнение генных, хромосомных и геномных мутаций

| Тип         | Уровень           | Эффект      |
|-------------|-------------------|-------------|
| Генные      | один ген          | белок       |
| Хромосомные | участок хромосомы | много генов |
| Геномные    | число хромосом    | кариотип    |

Таблица помогает увидеть, на каком уровне происходит изменение и к каким последствиям оно чаще приводит.

Чем выше уровень организации изменяемого материала, тем сильнее затрагиваются сразу многие признаки и тем выше риск серьёзных нарушений.



# Комбинативная изменчивость как источник новых сочетаний генов



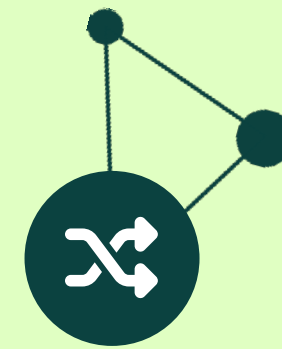
## Новые комбинации аллелей

Комбинативная изменчивость не создаёт новые гены, а по-новому сочетает уже существующие аллели. Поэтому потомки получают уникальные наборы наследственных признаков.



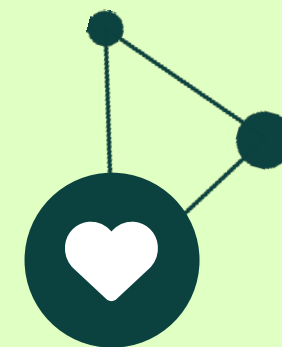
## Расхождение хромосом

В мейозе гомологичные хромосомы расходятся к полюсам клетки независимо друг от друга. Из-за этого число возможных вариантов гамет быстро возрастает.



## Кроссинговер

В профазе I мейоза гомологичные хромосомы обмениваются участками. Этот процесс создаёт новые сочетания аллелей и увеличивает разнообразие будущих гамет.

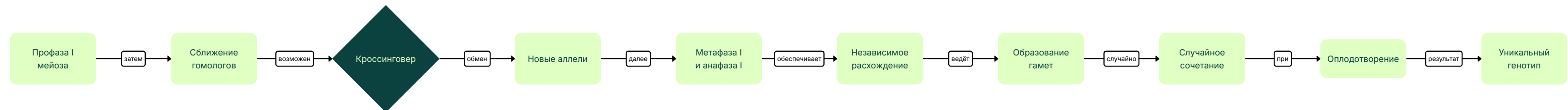


## Случайное оплодотворение

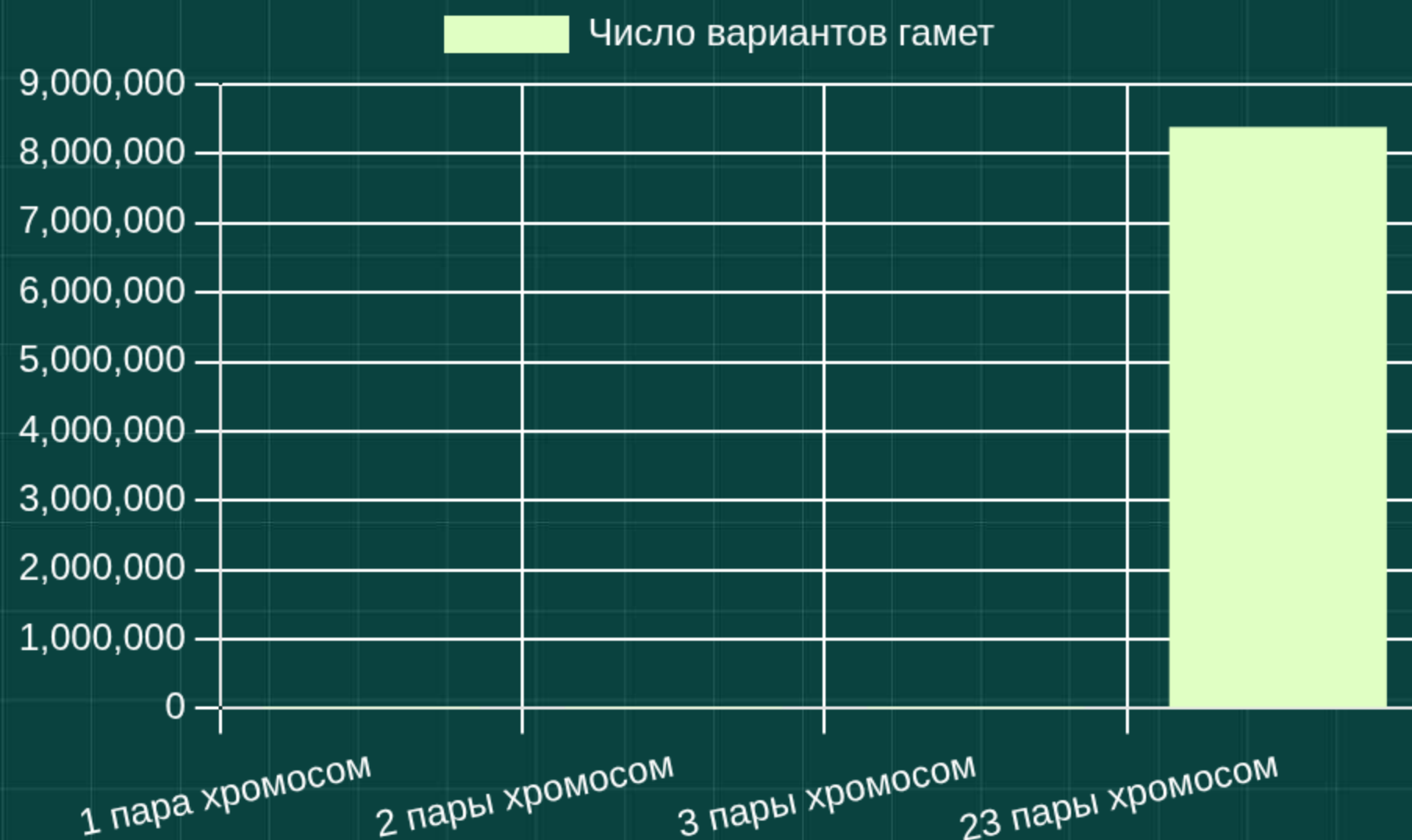
Когда две гаметы соединяются случайно, генотип потомка становится неповторимым. Именно поэтому даже у близких родственников признаки могут заметно различаться.

# Механизмы комбинативной изменчивости при половом размножении

Схема показывает, как при мейозе и оплодотворении возникают новые сочетания аллелей без изменения самих генов.



# Сколько вариантов гамет может дать мейоз у человека



Даже без учёта кроссинговера число сочетаний быстро растёт с увеличением числа пар хромосом.

У человека только независимое расхождение даёт более 8 миллионов вариантов; кроссинговер делает разнообразие ещё выше.



Школьная биология; расчёт по формуле  $2^n$  для 23 пар хромосом человека.

# Генетическая рекомбинация и разнообразие потомства

13

1

## Источник разнообразия

Рекомбинация не создаёт новые гены, а перемешивает уже существующие аллели. В результате в потомстве появляются неожиданные сочетания признаков, которых не было у каждого из родителей в отдельности.

2

## Роль мейоза

Кроссинговер и независимое расхождение хромосом в мейозе формируют разнообразные гаметы. Чем больше различий между гомологичными хромосомами, тем богаче набор возможных комбинаций наследственного материала.

3

## Случайность оплодотворения

Даже при одинаковом числе генов каждый организм получает свой уникальный набор аллелей. Случайное соединение гамет делает потомство генетически неповторимым и усиливает различия внутри вида.

4

## Связь с отбором

Некоторые сочетания признаков оказываются более успешными в конкретной среде. Именно поэтому рекомбинация создаёт материал, на котором действует естественный отбор и происходит постепенное приспособление популяций.

# Полиплоидия у растений: когда лишние наборы хромосом становятся преимуществом



## Крупнее обычного

У полиплоидных растений клетки часто крупнее, а вместе с ними заметно увеличиваются листья, плоды и семена. Такой эффект хорошо виден при сравнении обычных и полиплоидных форм на одном и том же изображении.



## Полезная кратность

Для растений удвоение или утроение набора хромосом нередко не нарушает развитие, а наоборот, повышает устойчивость к неблагоприятным условиям. Поэтому полиплоидия стала важным явлением в эволюции и в селекции культурных растений.



## Культуры и декоративные формы

Полиплоидные формы встречаются у пшеницы, картофеля, земляники и многих декоративных растений. На иллюстрации удобно показать, как изменяются размеры органов и общее впечатление от растения при увеличении числа хромосомных наборов.

# Вредные, нейтральные и полезные мутации

| Тип         | Эффект                     | Пример                      |
|-------------|----------------------------|-----------------------------|
| Вредная     | Болезни                    | серповидноклеточная анемия  |
| Нейтральная | Без заметного эффекта      | молчаливая замена           |
| Полезная    | Повышает приспособленность | устойчивость к антибиотикам |

Таблица показывает, что одна и та же мутация может иметь разное значение для организма и популяции.

Оценка мутации зависит от её влияния на фенотип и условий среды: то, что вредно в одних условиях, может стать полезным в других.



# Значение наследственной изменчивости для эволюции

## ● Материал для отбора

Наследственная изменчивость создаёт различия между особями, на которые действует естественный и искусственный отбор. Без этих различий не было бы устойчивого отбора более приспособленных вариантов.

## ● Появление адаптаций

Полезные наследственные изменения со временем накапливаются в популяции и помогают организмам лучше выживать в конкретной среде. Так формируются адаптации, повышающие успешность вида.

## ● Основа видообразования

Когда различия между группами особей становятся достаточно большими, возникают новые формы, а затем и новые виды. Наследственная изменчивость делает такой процесс возможным и биологически объяснимым.

## ● Долгая эволюция

Вредные варианты чаще устраняются, нейтральные могут сохраняться, а полезные закрепляются. Именно это накопление изменений обеспечивает длительное и направленное развитие живой природы.

# Значение наследственной изменчивости в медицине, селекции и биологии

Медицина    Сельское хозяйство  
Эволюционная биология    Биотехнологии

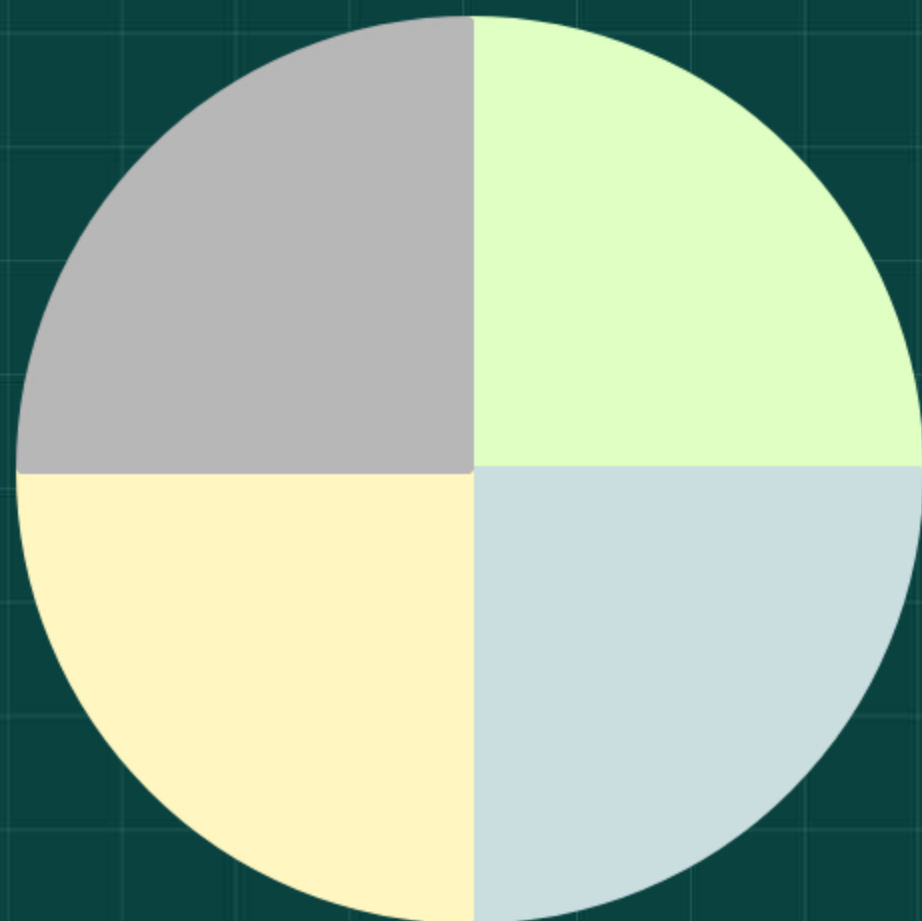


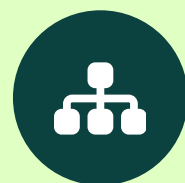
Диаграмма схематично показывает, что знания о наследственной изменчивости востребованы сразу в нескольких научных и практических областях.

Понимание наследственных изменений важно не только для диагностики болезней, но и для селекции, исследований эволюции и современных биотехнологий.



Схематическая диаграмма по основным направлениям применения генетики.

# Методы изучения наследственной изменчивости



## Генеалогический метод

Позволяет анализировать родословные и прослеживать, как признак передаётся из поколения в поколение. Особенно полезен при изучении наследственных болезней и типов наследования.



## Близнецовый метод

Сравнивает сходство однояйцевых и разнояйцевых близнецов. Он помогает отделить вклад наследственности от влияния среды и понять, как формируются признаки.



## Цитогенетический метод

Основан на изучении кариотипа и выявляет нарушения числа или строения хромосом. Этот метод важен для диагностики хромосомных заболеваний и оценки геномных изменений.



## Молекулярно-генетические методы

ПЦР, секвенирование и анализ ДНК позволяют находить мутации на уровне генов. С их помощью выявляют носительство наследственных заболеваний и уточняют генетический диагноз.

# Профилактика наследственных заболеваний и генетическая грамотность

1

## Оценка рисков

Знание законов наследования помогает заранее оценивать вероятность передачи признаков и наследственных болезней. Это особенно важно для семей, где уже были случаи генетических нарушений.

2

## Снижение влияния мутагенов

Ионизирующее излучение, ультрафиолет, некоторые химические вещества и вредные привычки повышают риск повреждения ДНК. Понимание этих факторов делает профилактику более осознанной.

3

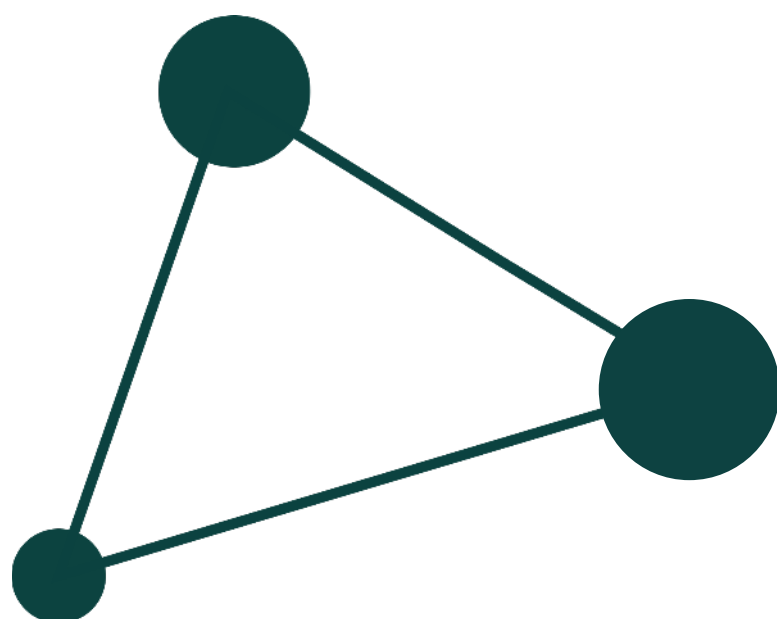
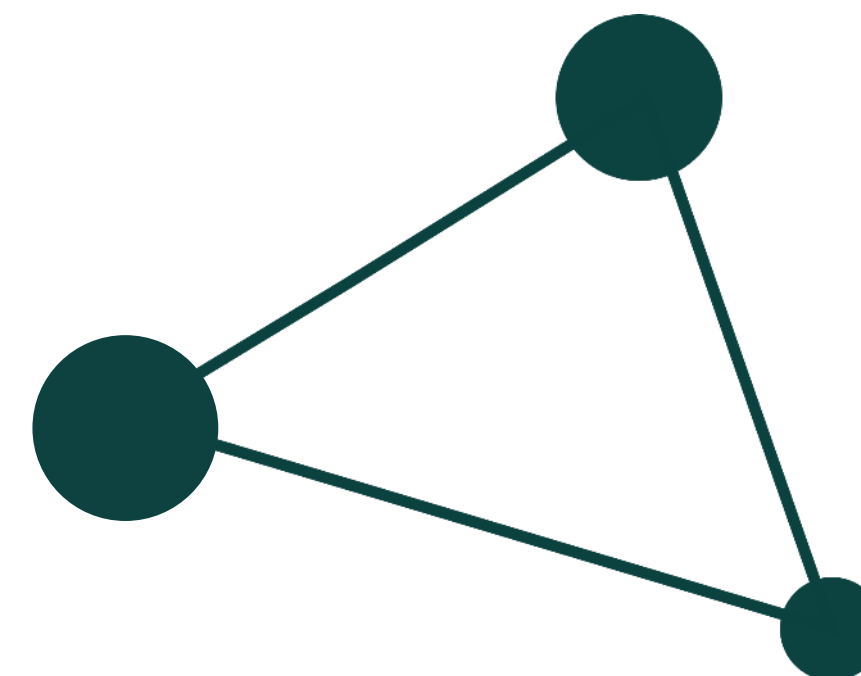
## Ранняя диагностика

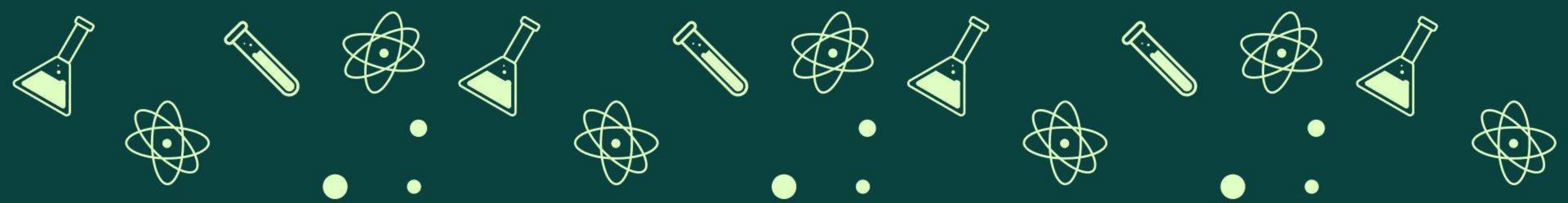
Генетическое консультирование, скрининг новорождённых и своевременное обследование позволяют обнаружить нарушения на раннем этапе. Это помогает начать лечение раньше и уменьшить тяжесть последствий.

4

## Ответственное отношение

Генетическая грамотность нужна каждому человеку, чтобы разумно относиться к здоровью, планированию семьи и профилактике нарушений развития. Она формирует более бережное отношение к собственному будущему.





# Наследственная изменчивость: источник различий, наследования и эволюции

Наследственная изменчивость соединяет в себе мутации и рекомбинацию, создавая разнообразие живых организмов. Понимание этого процесса помогает объяснять наследование признаков, болезни, селекцию и эволюцию природы.