

Жизнь как единая система: биосфера и гены

Биосфера хранит жизнь, а гены — её преемственность.



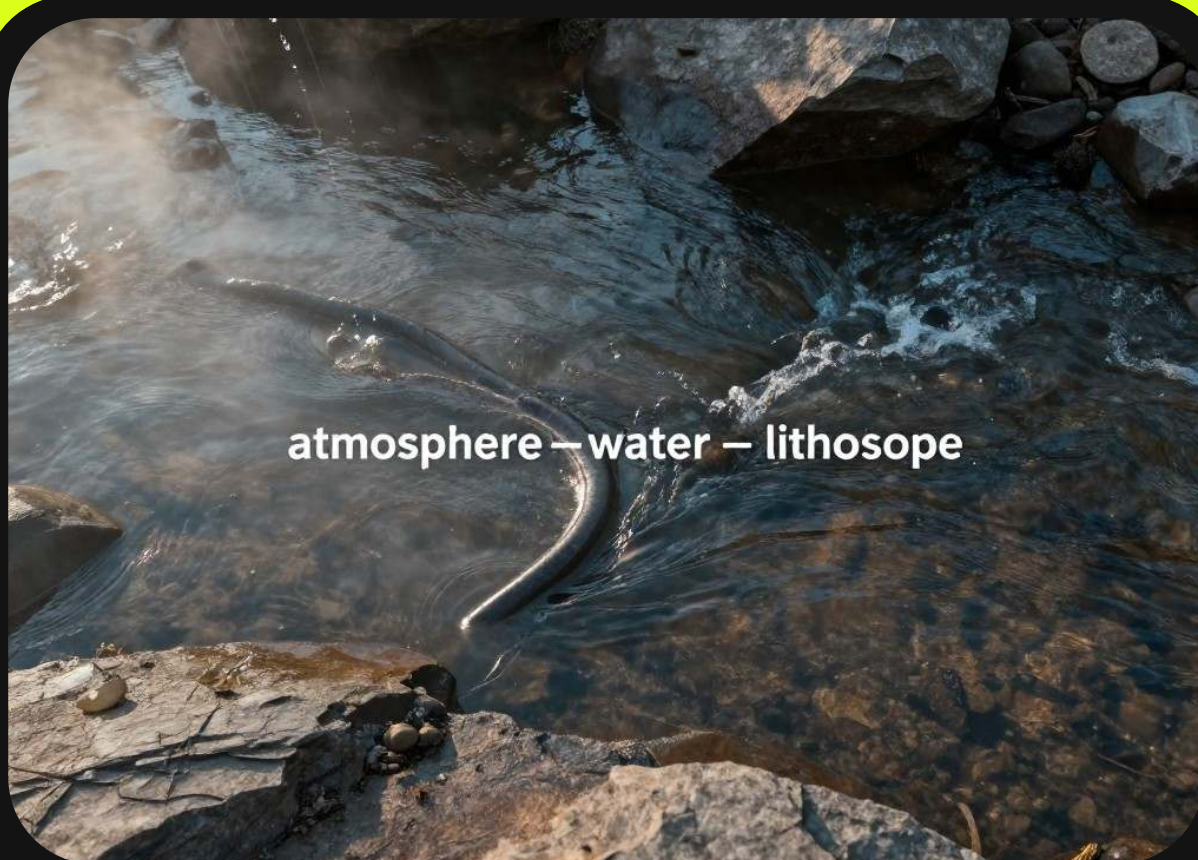
Биосфера: живая оболочка планеты

Биосфера — это область, где жизнь не просто существует, а активно преобразует Землю.



Компоненты биосферы и их связь

3



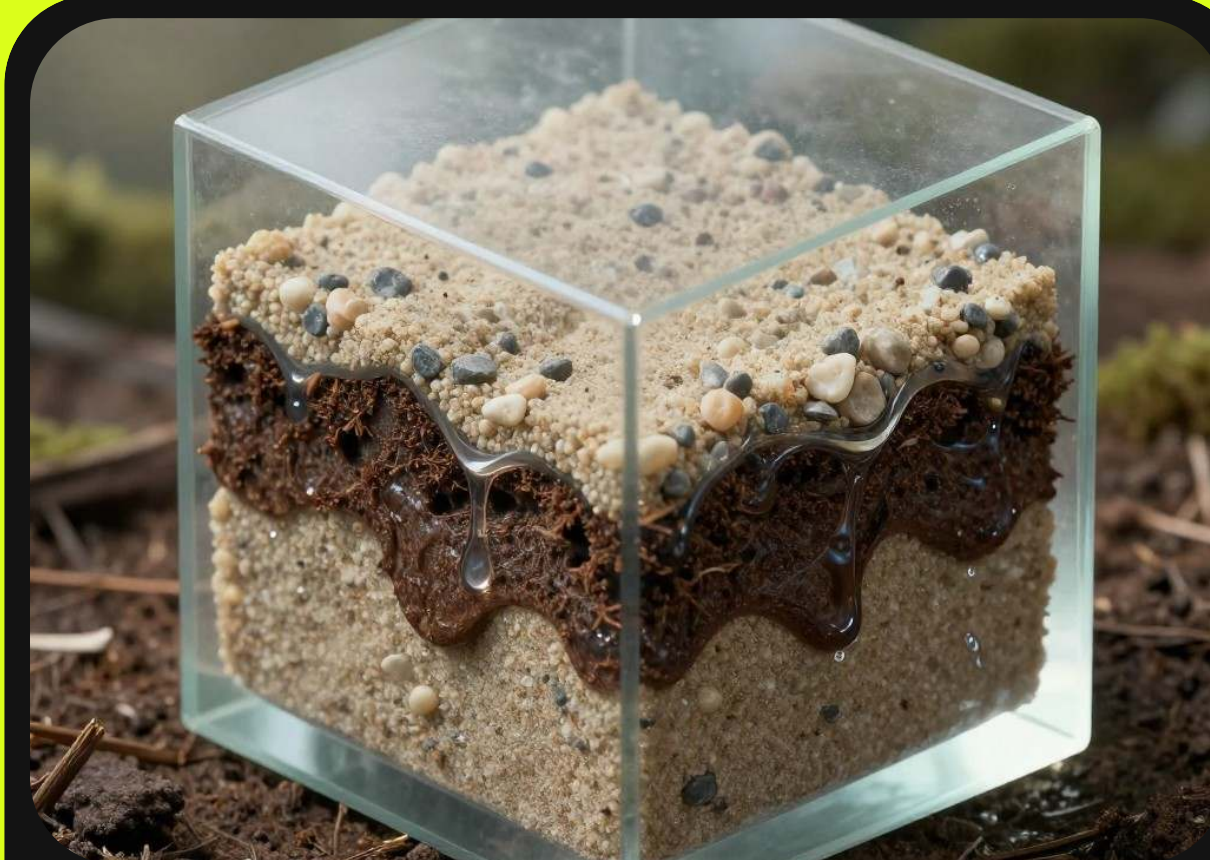
Связь оболочек

Атмосфера, гидросфера и литосфера не существуют отдельно: их соединяет жизнь. Организмы постоянно перемещают вещества между воздухом, водой и породами, создавая единую систему обмена.



Живое как двигатель

Живое вещество задаёт биосфере её «работу»: растения, животные, грибы и микроорганизмы участвуют в круговоротах, формируют почву и изменяют состав среды.



Почва между мирами

Почва занимает особое положение, потому что в ней встречаются минералы, гумус, вода и множество организмов. Это не просто слой на поверхности, а активная переходная зона.

Живое вещество как главная сила биосферы



01

Единая совокупность

Живое вещество объединяет все организмы Земли — от бактерий до деревьев и животных. Именно их совместная деятельность определяет направление изменений в биосфере.

02

Признаки жизни

Для живых систем характерны клеточное строение, обмен веществ, рост, раздражимость и размножение. Эти свойства отличают жизнь от неживой материи и делают её самоподдерживающейся.

03

Преобразование среды

Организмы не только приспосабливаются к среде, но и преобразуют её: накапливают кислород, создают органические остатки и участвуют в образовании почвы.

04

Непрерывность жизни

Благодаря размножению живое вещество непрерывно обновляется, а наследственность сохраняет устойчивые свойства видов. Так биосфера остаётся динамичной, но не распадается.

Биогенное вещество и почва как переходная среда



● Следы древней жизни

Уголь, нефть и торф — это следы древней органики, преобразованной временем и давлением. Такие вещества называют биогенными, потому что они возникли благодаря жизни.

● Породы биогенного происхождения

Известняк тоже связан с деятельностью организмов: многие морские организмы строят раковины и скелеты из карбоната кальция. После их накопления образуются мощные осадочные толщи.

● Атмосфера и фотосинтез

Кислород атмосферы также относится к биогенному веществу, поскольку он накопился в результате фотосинтеза. Без живых организмов состав воздуха был бы иным.

● Почва как переходная среда

Почва объединяет минеральную основу, гумус, воду и живые организмы. Она служит местом разложения, питания и роста, связывая неживую и живую природу.



Водная и воздушная оболочки как среда обитания



01 Вода как среда

Вода — не просто среда, а условие существования многих организмов. В ней легко растворяются вещества, поэтому обмен и питание в водных экосистемах идут особенно активно.

02 Воздух и защита

Атмосфера обеспечивает газообмен и защищает поверхность Земли от части космического излучения. Для наземных организмов она также служит пространством переноса семян, спор и газов.

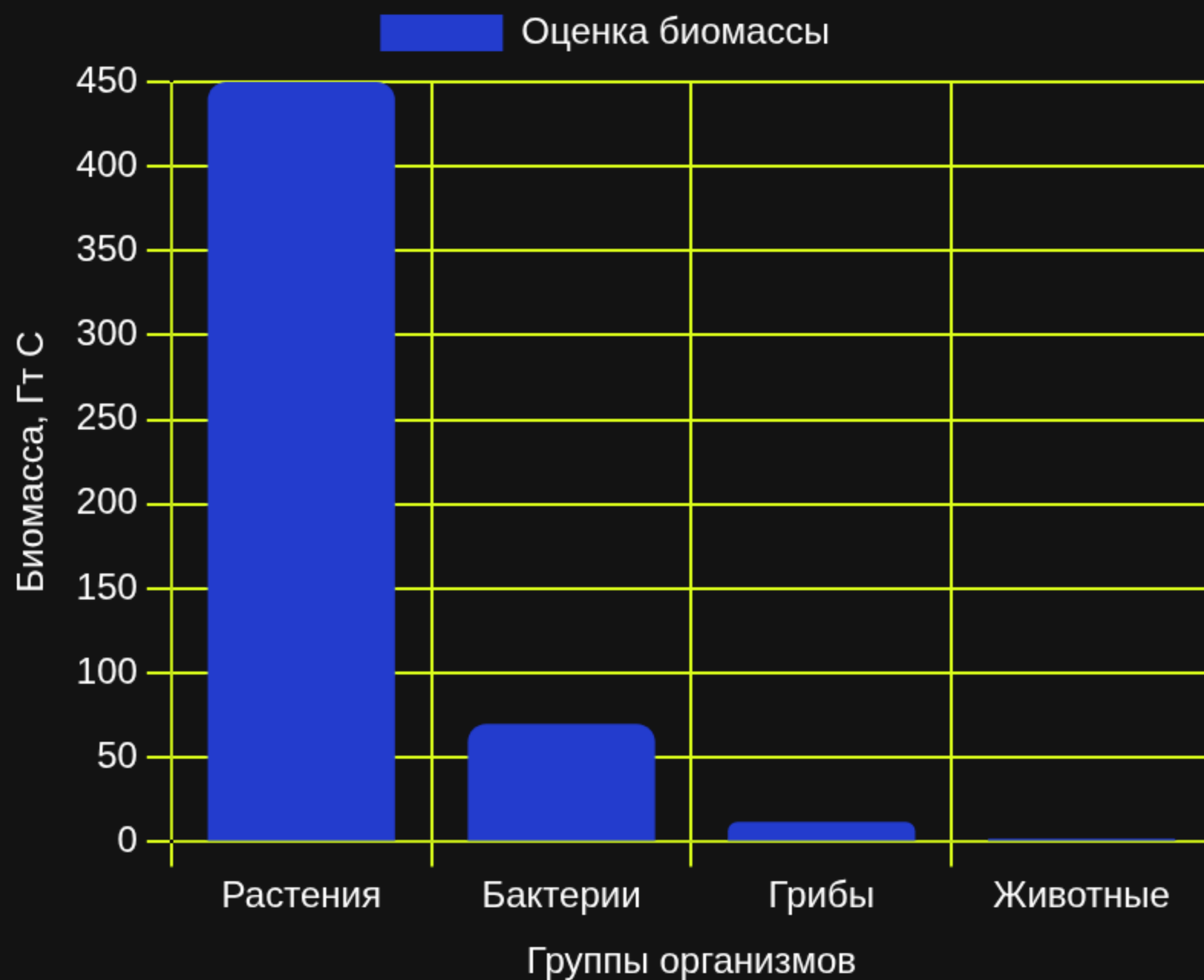
03 Ограничения среды

Глубина, давление, солёность и температура сильно ограничивают распространение жизни. Поэтому даже в пределах одной оболочки условия могут быть очень разными.

04 Роль света

Свет особенно важен для фотосинтеза, а значит, определяет распределение многих растений и водорослей. Там, где света мало, сообщества строятся иначе.

Почему живое вещество особенное



Живое вещество проявляет себя через общие свойства клеток, а не только через химический состав.

Растения составляют основную массу биосферы, но устойчивость поддерживается совместной работой всех групп организмов.

Bar-On YM, Phillips R, Milo R. The biomass distribution on Earth. PNAS, 2018.

Главные функции живого вещества

Функция	Результат
Газовая	O ₂ , CO ₂
Концентрационная	накопление элементов
Деструкционная	минерализация
Транспортная	перенос веществ

Функции живого вещества показывают, как организмы управляют веществом, энергией и связями между экосистемами.

Каждая функция по-своему поддерживает круговороты и делает биосферу устойчивой.

Газовая функция живого вещества

Фотосинтез и дыхание



Растения выделяют кислород при фотосинтезе, а животные, грибы и многие микроорганизмы используют его для дыхания. Так поддерживается постоянный обмен газов между живым миром и атмосферой.

Возврат углекислого газа



Углекислый газ возвращается в атмосферу при дыхании, разложении и горении органического вещества. Он снова включается в фотосинтез и делает газовый круговорот замкнутым.

Азотный цикл



Азот тоже связан с живыми организмами: одни бактерии фиксируют его из атмосферы, другие возвращают в среду в процессе разложения и превращений соединений.

Баланс атмосферы



Если газовая функция нарушается, меняется состав воздуха, а вместе с ним — условия дыхания и фотосинтеза. Поэтому она критически важна для всей биосферы.

**Три классических
примера
показывают,
как организмы
накапливают
элементы и создают
биогенные породы.**

3

классических примера накопления
элементов особенно часто приводят
в биологии

Школьный курс биологии; обобщение
по примерам моллюсков,
диатомовых водорослей и морских
организмов

В 1 г почвы могут жить до 10 млрд бактерий, обеспечивая разложение органических остатков и возврат минеральных веществ в круговорот.

10

млрд

бактерий может жить в одном грамме почвы

Учебные материалы по почвенной микробиологии и биологии почв, справочные оценки для школьного курса биологии.

●

Миграции птиц и рыб нередко охватывают тысячи километров, помогая переносить вещества, семена и питательные элементы между разными экосистемами.

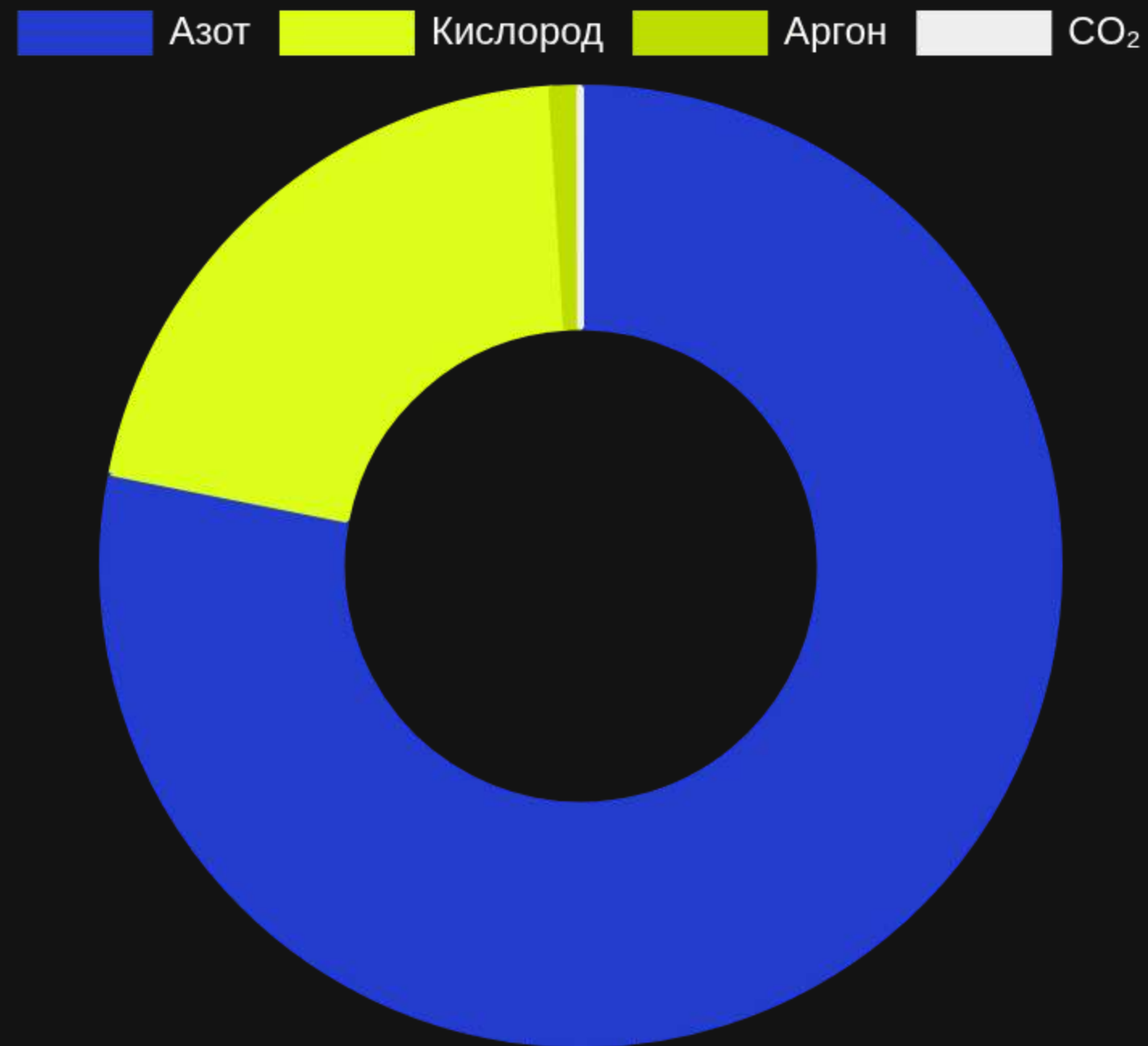
10 000

КМ

могут превышать дальность сезонных перемещений некоторых птиц

Орнитологические справочники и обзорные материалы о миграциях птиц; для примеров дальних перелётов используется порядок величины до 10 000 км.

Функции живого вещества и круговороты



В атмосфере наглядно виден результат биологического обмена: азот, кислород и углекислый газ постоянно участвуют в круговоротах, поддерживаемых живыми организмами.

Преобладание азота и кислорода показывает, насколько устойчивый газовый фон создаётся и поддерживается биологическими процессами.

NASA Earth Fact Sheet; состав атмосферы Земли (округлённые значения), актуальные справочные данные.

У человека 23 пары хромосом, и именно в них хранится наследственная информация, обеспечивающая преемственность признаков между поколениями.

23

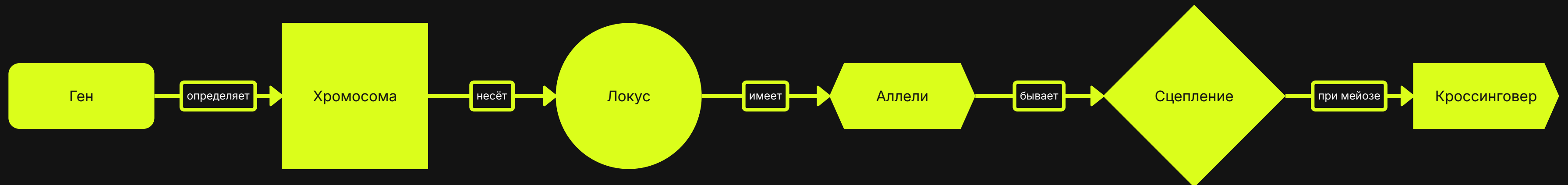
пары

хромосом образуют наследственный набор человека

Школьный курс биологии; кариотип человека в стандартных учебных и справочных материалах.

Базовые термины сцепленного наследования

Школьная схема: от понятия гена и его положения в хромосоме к сцеплению и изменению сочетаний аллелей в мейозе.



Если один ген находится в составе пары гомологичных хромосом, он обычно передаётся вместе с соседними участками, усиливая сцепление признаков.

1

хромосома

Сцепление генов как единый наследственный блок

Школьный курс генетики; схема сцепления генов в одной хромосоме.

Сцепленное и независимое наследование



01

Разные хромосомы

Гены из разных хромосом расходятся в гаметы независимо, поэтому потомство получает больше новых сочетаний признаков и вариантов фенотипа.

02

Большая дистанция

Если гены расположены очень далеко друг от друга, кроссинговер часто разрывает их связь, и наследование становится почти независимым.

03

Сильное сцепление

При тесном расположении генов сохраняются родительские комбинации признаков, а рекомбинантные формы встречаются заметно реже.

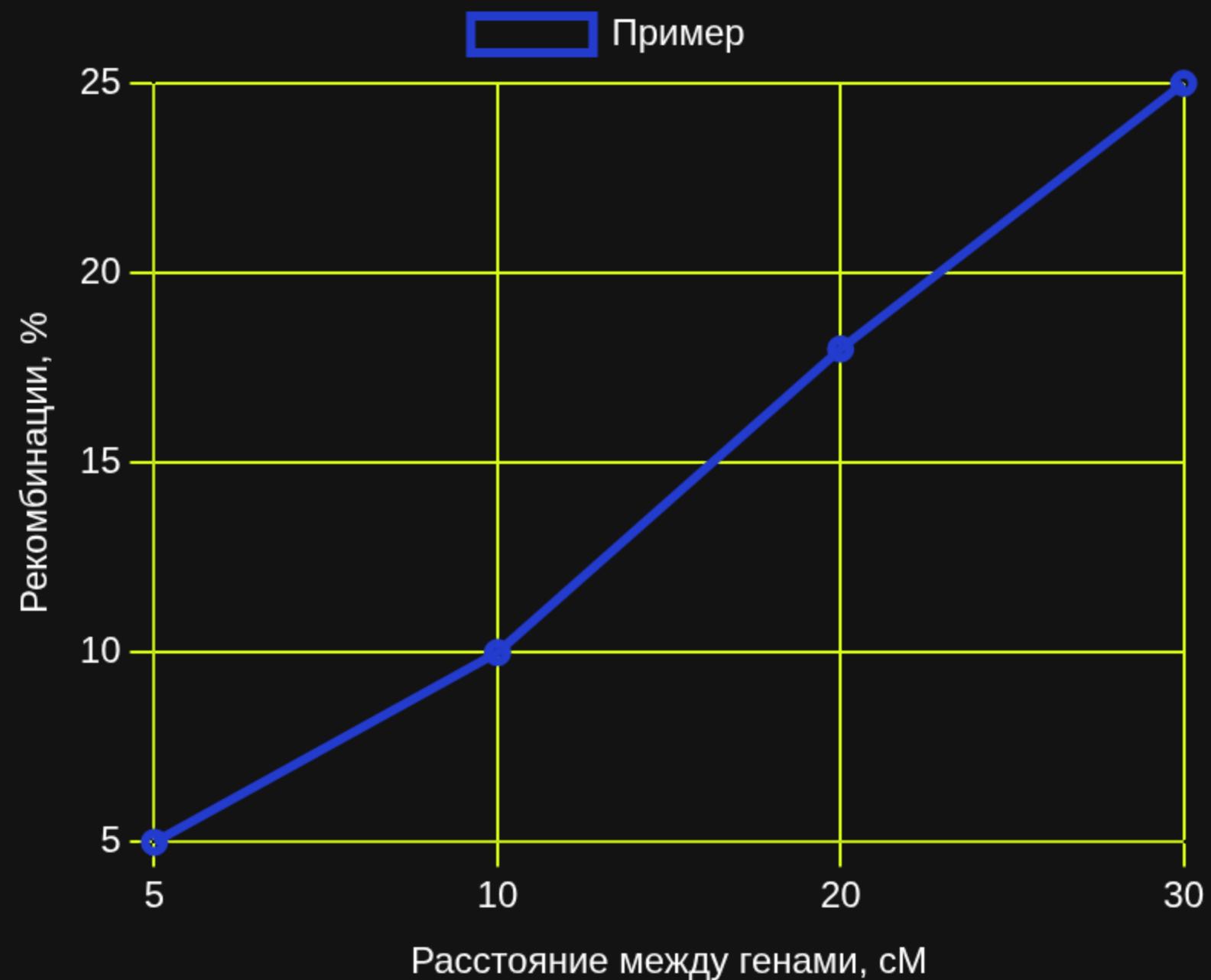
04

Анализ потомства

По распределению потомков можно судить о силе сцепления и о том, насколько вероятен обмен участками между генами.

Кроссинговер и рекомбинация

18



Частота рекомбинаций помогает строить генетические карты: чем реже разрывается сцепление, тем ближе расположены гены на хромосоме.

Рост частоты рекомбинаций с расстоянием показывает, что кроссинговер используется для оценки относительного положения генов.

Учебная схема генетического картирования; правило связи 1% рекомбинаций $\approx$ 1 сМ в школьной генетике.

Как читать простые генетические задачи

Наблюдение	Вывод
Чаще родительские	Сильное сцепление
Чаще рекомбинанты	Кроссинговер активен
Почти поровну	Слабое сцепление

Школьные задачи по генетике; метод сравнения родительских и рекомбинантных классов потомства.

Сравнение родительских и рекомбинантных форм помогает понять, насколько тесно сцеплены гены, и без сложных формул сделать первичный вывод.

Чем заметнее преобладание исходных сочетаний признаков, тем ближе расположены гены и тем ниже вероятность их разделения кроссинговером.

Жизнь остаётся устойчивой, потому что организмы не только меняют среду, но и сохраняют свои признаки через наследственность. Биосфера и гены вместе обеспечивают круговороты, разнообразие и непрерывность развития живого мира.

Биосфера, гены и устойчивость жизни