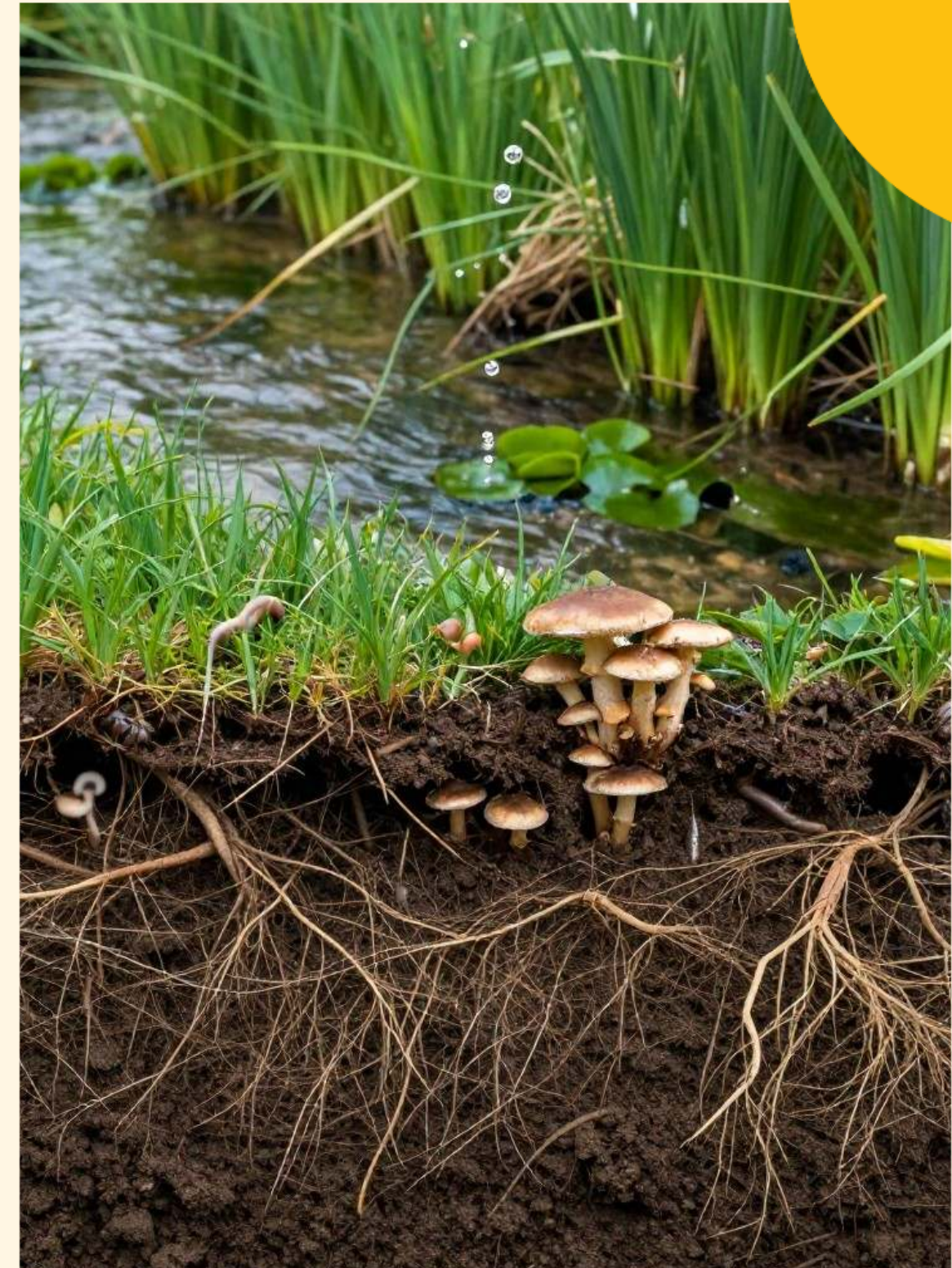


Биосферные функции ЖИВОГО ВЕЩЕСТВА

Жизнь не только существует в биосфере,
но и формирует её.



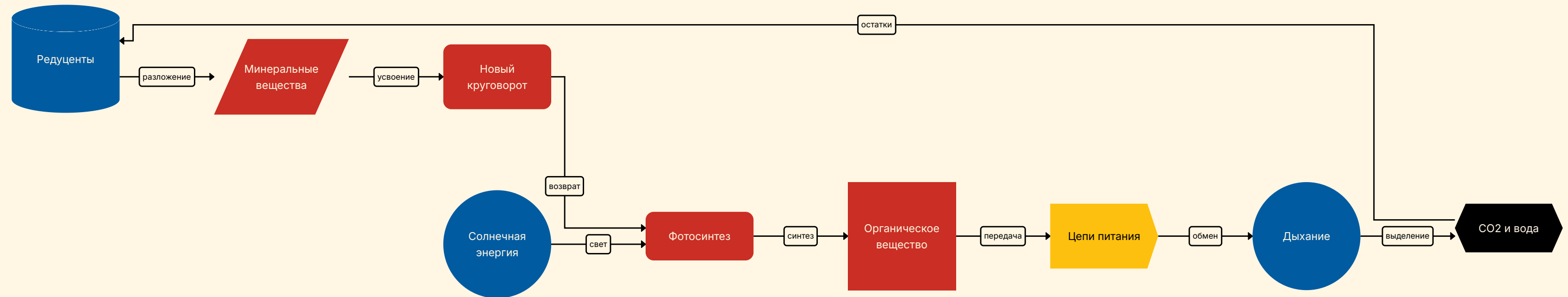
Живое вещество как сила планеты

По В. И. Вернадскому, живое вещество — это единая совокупность всех организмов, которая действует как геологический фактор и непрерывно преобразует оболочки Земли, энергию и химические элементы.



Преобразование энергии и веществ в биосфере

Схема показывает связь фотосинтеза, питания, дыхания и разложения в едином круговороте.



Энергетическая функция живого вещества

1 Преобразование света

Фотосинтез переводит энергию солнечного излучения в химические связи органических веществ. Так биосфера получает источник энергии, доступный для дальнейшей жизнедеятельности организмов.

2 Основа пищевых цепей

Первичная продукция растений, водорослей и цианобактерий становится начальным звеном всех цепей питания. Через неё энергия поступает к консументам и поддерживает работу экосистем.

3 Поддержание жизни

Полученная энергия используется для роста, движения, размножения и обмена веществ. Без этого потока сложные сообщества не могли бы сохранять устойчивость и развиваться.



ФОТОСИНТЕЗ КАК ОСНОВА БИОСФЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Главные продуценты

Зелёные растения, водоросли и цианобактерии создают органическое вещество из неорганических исходных материалов. Именно они обеспечивают биосферу первичной энергией, доступной другим организмам.

Углекислый газ и вода

В ходе фотосинтеза организмы поглощают CO_2 и воду, а затем образуют углеводы и другие органические соединения. Этот процесс связывает круговорот углерода с поступлением энергии.

Выделение кислорода

Побочным продуктом фотосинтеза становится кислород, необходимый для дыхания большинства живых организмов. Длительная работа фотосинтезирующих организмов сформировала современный состав атмосферы.

Школьное уравнение

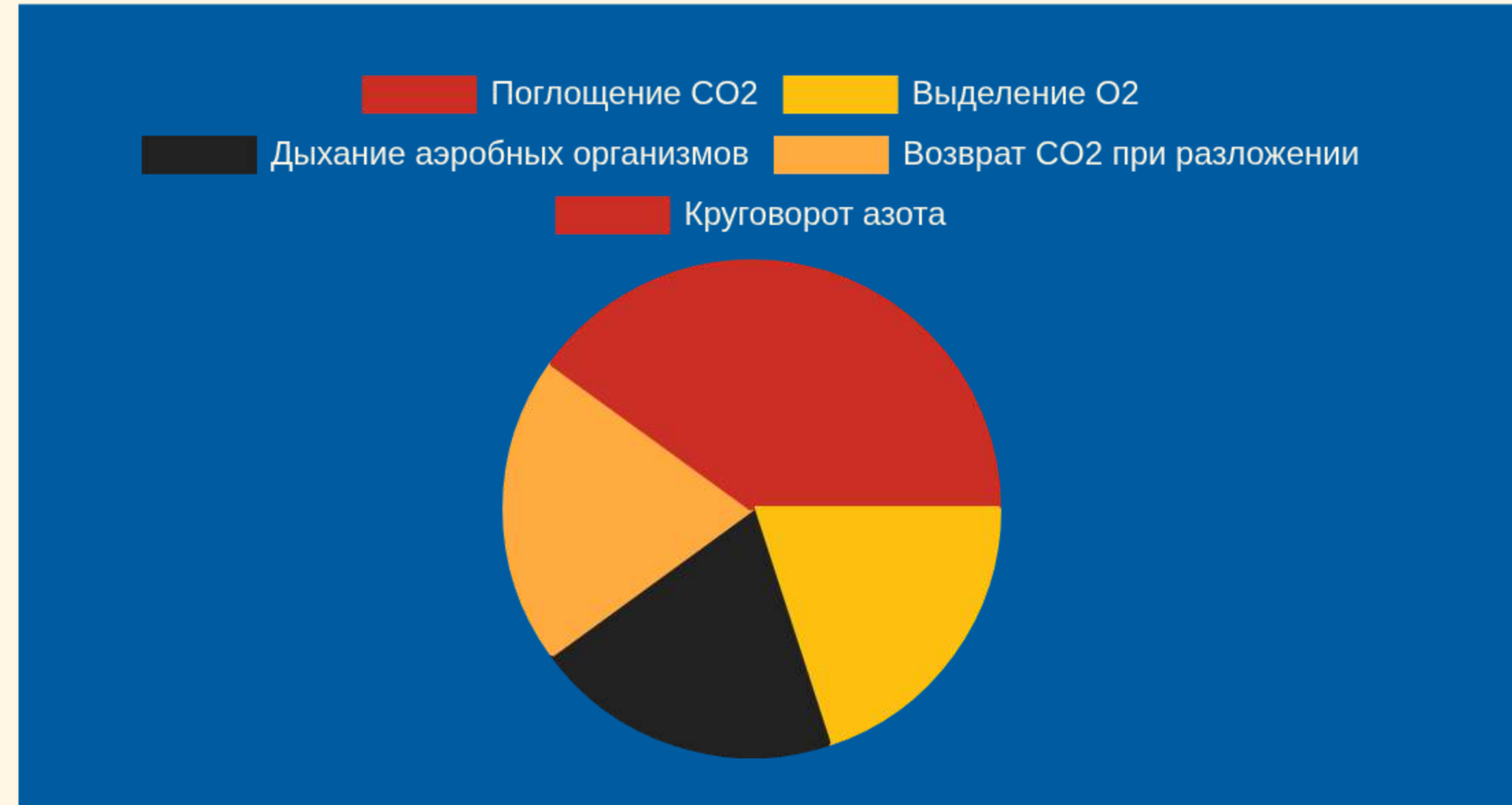
В упрощённой записи процесс выражают формулой $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$ при участии света и хлорофилла. Она показывает взаимосвязь исходных веществ и продуктов реакции.



Газовая функция и биогенные газы биосферы

Диаграмма показывает, что состав атмосферы и водной среды поддерживается не одним процессом, а согласованной работой фотосинтеза, дыхания и микробных превращений.

Газовый баланс биосферы сохраняется благодаря постоянному обмену между живыми организмами и средой; особенно важны фотосинтез и микробный круговорот азота.



Учебная схема на основе представлений о биосферных функциях живого вещества; значения условные и приведены для наглядности.

Основные биосферные функции живого вещества

Таблица связывает ключевые функции живого вещества с их механизмами и результатами в биосфере.

Разные функции живого вещества не существуют изолированно: вместе они поддерживают поток энергии, круговорот элементов и устойчивость биосферы.

Функция	Механизм	Результат
Энергетическая	Фотосинтез	Запас энергии
Газовая	Фотосинтез и дыхание	Состав атмосферы
Концентрационная	Накопление элементов	Биогенные породы
Деструктивная	Разложение	Возврат веществ

Газовая функция живого вещества

Другие бактерии возвращают азот в атмосферу, завершая круговорот. Без этого звена нарушилось бы равновесие между запасами азота в среде и биосфере.

Денитрификация

Растения и водоросли

Они поглощают углекислый газ и в процессе фотосинтеза увеличивают содержание кислорода. Благодаря этому поддерживается состав атмосферы, пригодный для жизни аэробных организмов.



Азотфиксация

Некоторые бактерии переводят атмосферный азот в соединения, которые могут усваивать растения. Это делает недоступный газ частью живой материи и пищевых цепей.

Дыхание организмов

Животные, грибы и бактерии возвращают CO_2 в окружающую среду при дыхании. Так газовый обмен не прекращается и включается в общий круговорот веществ.

Концентрационная функция: накопление химических элементов

Избирательное накопление

- Организмы не просто поглощают вещества из среды, а выборочно накапливают нужные элементы. Это делает живое вещество активным участником перераспределения химических ресурсов на планете.

Кальций и кремний

- Моллюски, кораллы и диатомовые водоросли концентрируют кальций и кремний в раковинах, скелетах и панцирях. После отмирания эти структуры становятся частью осадков и пород.

Углерод и металлы

- Некоторые растения и микробы способны накапливать углерод, калий, магний и даже тяжёлые металлы. Так живые организмы влияют на химический состав почв и донных отложений.

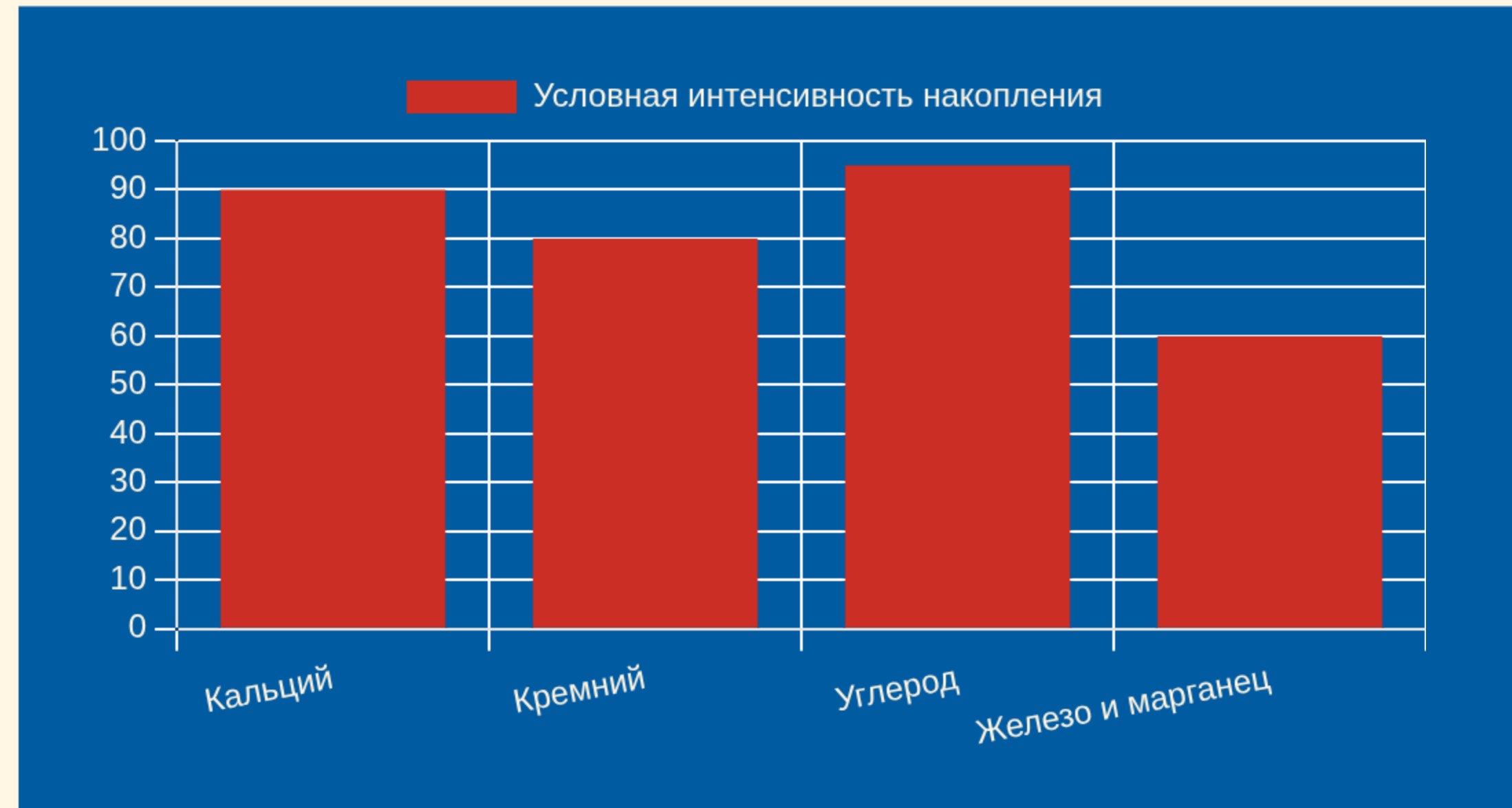
Геологический результат

- Со временем накопленные вещества входят в состав биогенных минералов и осадочных пород. Следовательно, концентрационная функция имеет не только биологическое, но и геологическое значение.

Биогенное накопление элементов в разных организмах

Разные группы организмов создают свои типы биогенного сырья: от известняков и диатомитов до торфа и угленосных пород.

Наибольшее значение имеют кальций, кремний и углерод; именно они чаще всего формируют крупные биогенные отложения и полезные ископаемые.



Учебная схема; значения условные, использованы для сравнения типов биогенного накопления.

Окислительно-восстановительная функция

1 Реакции в среде

Живое вещество ускоряет окисление и восстановление в почвах, водоёмах и донных отложениях, задавая ход многих природных процессов. Эти превращения определяют, какие соединения остаются доступными для организмов, а какие переходят в другие формы.

2 Роль дыхания

При дыхании органические вещества окисляются, а высвобождаемая энергия используется для жизнедеятельности организмов. Одновременно в среду возвращаются углекислый газ и вода, которые вновь включаются в биогеохимические циклы.

3 Микробные превращения

Бактерии участвуют в окислении аммиака до нитритов и нитратов, а также в превращениях серы и железа. Благодаря этому меняются формы элементов, их подвижность и доступность для растений.

4 Значение для экосистем

Окислительно-восстановительные процессы влияют на кислотность среды, плодородие почв и питание организмов. Поэтому они напрямую связаны со стабильностью экосистем и качеством природных условий для жизни.

Деструктивная функция и роль редуцентов

Разложение остатков

Бактерии и грибы разрушают отмершие растения, животных и микроорганизмы, превращая сложные органические вещества в более простые соединения. Так природа очищается от накопившихся остатков.

Возврат элементов

В ходе разложения в среду поступают минеральные соли, углекислый газ и вода. Эти вещества снова становятся доступными продуцентам и поддерживают непрерывность биогеохимических циклов.

Образование гумуса

Деятельность редуцентов лежит в основе формирования гумуса, который улучшает структуру почвы и обеспечивает растения питательными веществами. Без этого процесса почвенное плодородие быстро снижалось бы.

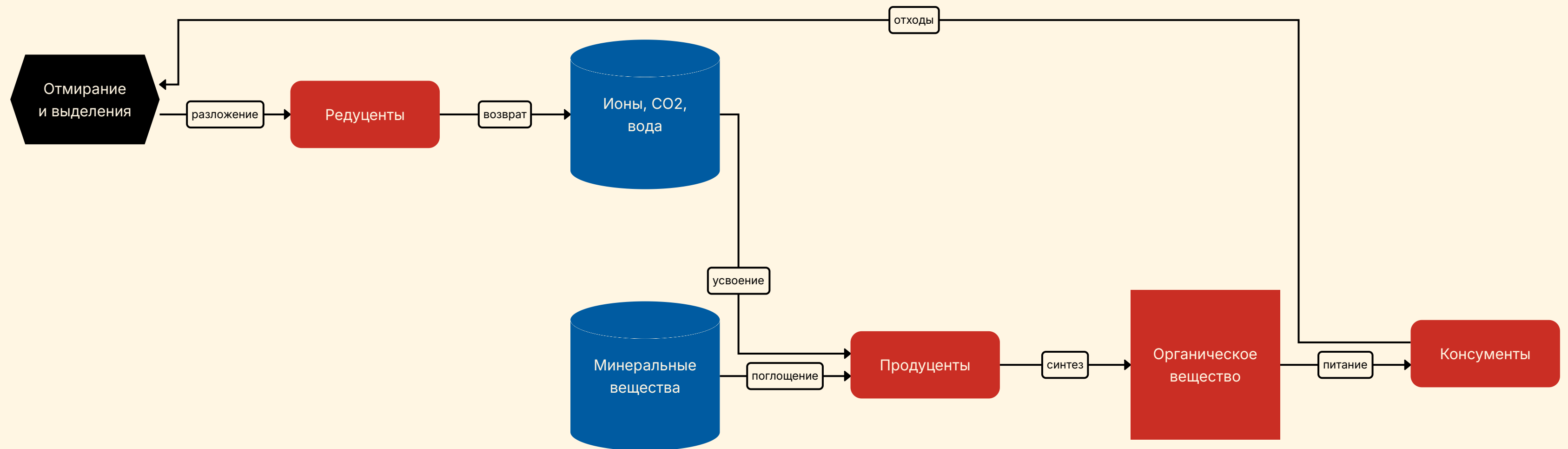
Самоочищение экосистем

Редуценты помогают водоёмам и наземным экосистемам избавляться от органических остатков и предотвращают их накопление. Поэтому деструктивная функция необходима для устойчивости природных сообществ.



Круговорот вещества через живое вещество

Схема показывает последовательность превращений вещества между неживой и живой частями биосферы.



Почвообразующая функция живого вещества

Накопление гумуса

Органические остатки постепенно разлагаются и превращаются в гумус. Он повышает плодородие, удерживает влагу и улучшает структуру почвы.

Заселение грунта

Корни растений, бактерии, грибы и дождевые черви начинают изменять минеральную основу, разрыхляют её и создают условия для проникновения воздуха и воды.

Стабилизация почвы

Почвенные организмы продолжают минерализацию органики, а корни укрепляют грунт. В результате формируется зрелая почва как продукт длительного взаимодействия живого и неживого.

Функции живого вещества и их результаты для биосферы

Таблица показывает, как каждая функция живого вещества связана с определённым процессом и конкретным результатом в биосфере.

Одна и та же биологическая активность даёт разные эффекты: от накопления энергии до формирования почв и минералов. Все функции связаны между собой и работают как единая система.

Функция	Процесс	Результат
Энергетическая	Фотосинтез	Биомасса
Газовая	Фотосинтез, дыхание	Состав атмосферы
Концентрационная	Накопление элементов	Породы и руды
Почвообразующая	Гумус	Плодородие

Живое вещество и устойчивость экосистем

1 Разнообразие ролей

Чем больше в экосистеме видов, тем полнее распределяются функции между организмами. Одни накапливают органическое вещество, другие разлагают его, третьи регулируют состав среды.

2 Леса как регуляторы

Леса поглощают углекислый газ, выделяют кислород и удерживают влагу в ландшафте. Поэтому они смягчают климатические колебания и уменьшают риск деградации экосистем.

3 Значение океана

Океанический фитопланктон обеспечивает значительную часть кислорода планеты и поддерживает морские пищевые цепи. Его состояние влияет на газовый баланс и продуктивность океана.

4 Почвенная устойчивость

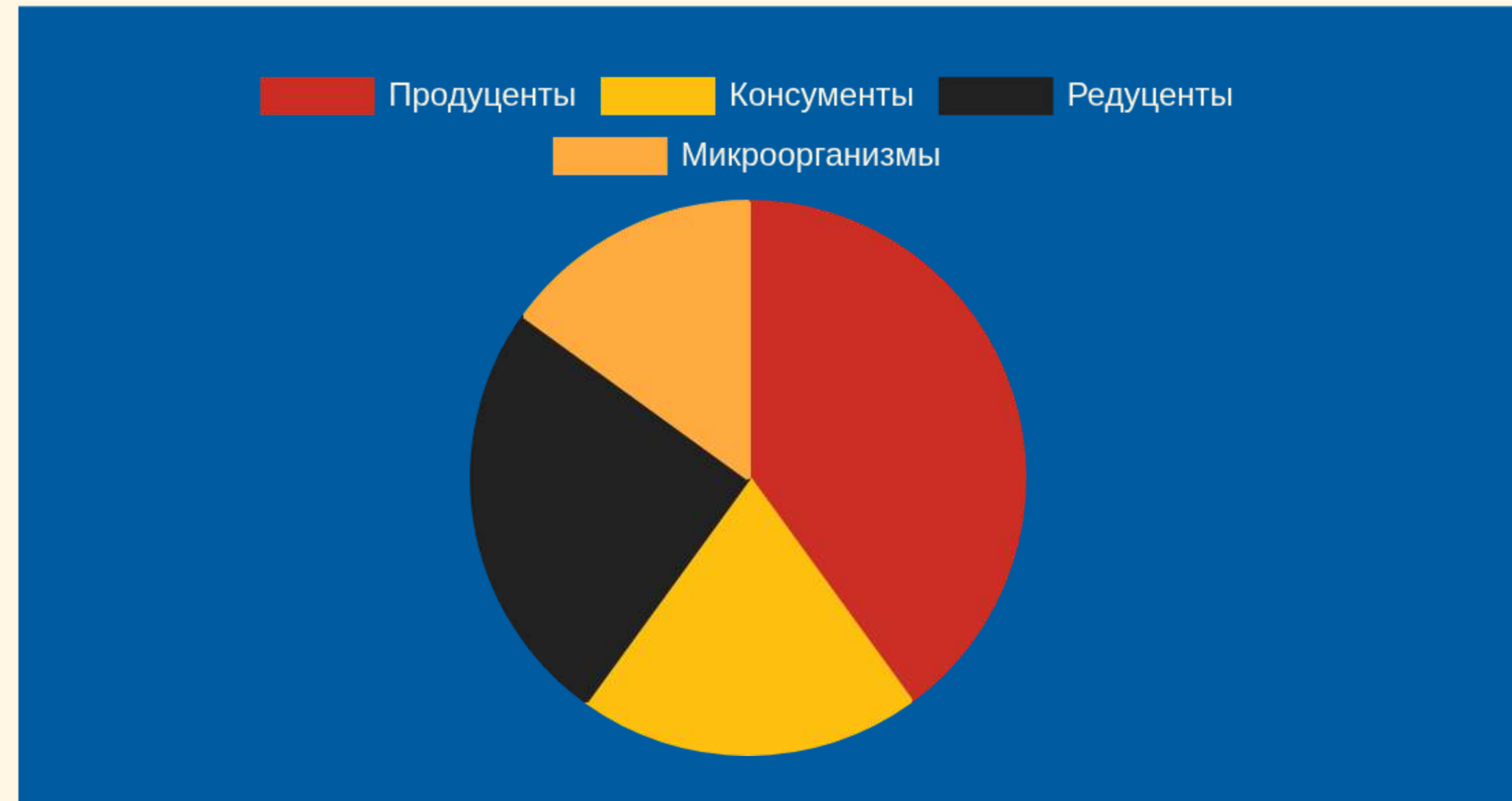
Почвенные микроорганизмы поддерживают круговорот азота, разложение органики и плодородие. Когда их сообщества разнообразны, экосистема быстрее восстанавливается после засухи, загрязнения или вырубки.



Вклад основных групп организмов в функции биосферы

Диаграмма подчёркивает, что разные группы организмов не заменяют, а дополняют друг друга в поддержании биосферы.

Наибольший вклад дают продуценты, но устойчивость системы невозможна без редуцентов и микроорганизмов, которые замыкают круговороты веществ.



Схематическое распределение ролей основных групп организмов в биосфере.

Антропогенное воздействие на биосферные функции живого вещества

1 Вырубка лесов

Сокращение лесных площадей уменьшает фотосинтез, снижает поглощение углекислого газа и ослабляет водорегулирующую роль растительности. Это делает экосистемы менее устойчивыми.

2 Загрязнение среды

Загрязнение воздуха, воды и почв нарушает работу редуцентов, почвообразующих организмов и микробных сообществ. В итоге замедляются разложение и возврат веществ в круговорот.

3 Деградация почв

Распашка земель, эрозия и опустынивание уменьшают содержание гумуса, ухудшают структуру почвы и снижают её плодородие. Восстановление таких территорий требует длительного времени.

4 Изменение климата

Потепление и изменение режима осадков влияют на распределение видов, скорость биологических процессов и устойчивость экосистем. Из-за этого нарушается согласованная работа биосферных функций.

В. И. Вернадский и научное понимание биосферы



Живое вещество как геологическая сила

Вернадский первым последовательно показал, что живые организмы не просто существуют в природе, а преобразуют её как мощный геологический фактор. Он связал биологические процессы с изменением оболочек Земли и тем самым изменил научное представление о биосфере.



Единая система наук о Земле

В его учении биология, химия, геология и экология перестали быть изолированными дисциплинами. Они начали рассматриваться как части общей картины, в которой круговорот веществ и энергии объясняет устройство планеты и роль жизни в её развитии.



Человек как новый фактор

Современная наука опирается на идеи Вернадского, изучая климат, круговорот углерода и последствия хозяйственной деятельности. Сегодня особенно ясно, что человек стал частью сил, способных менять биосферные процессы на глобальном уровне.

Живое вещество формирует условия жизни на Земле

Живое вещество обеспечивает круговорот веществ, движение энергии, состав атмосферы и образование почв. Изучая его функции, мы понимаем: сохранение природы означает сохранение устойчивости самой планеты.