
Особенности биосферного уровня организации и ключевые вопросы

Биосфера объединяет всю живую и неживую природу Земли в единую поддерживающую систему.

Истоки и развитие понятия биосферы

Концепция биосферы возникла в XIX веке и получила глубокое развитие благодаря В. И. Вернадскому, который сформулировал её как взаимодействие живого вещества с геохимическими процессами планеты.



Компоненты и уровни биосферы



Живое вещество — основа биосферы

Живое вещество включает все организмы, участвующие в круговоротах веществ и обеспечивающие энергетический обмен в экосистемах.

Косное и биогенное вещества

Косное вещество состоит из минеральных компонентов, а биогенное — это продукты жизнедеятельности организмов, влияющие на структуру среды.



Интеграция в среды обитания

Атмосфера, литосфера и гидросфера взаимодействуют с живыми организмами через сложные энергетические и химические потоки.

Физико-химические границы и параметры биосферы

Биосфера простирается в атмосфере до 20–25 км, проникая в литосферу на 2–3 км глубины, охватывая гидросферу и поверхность Земли.

Диапазон температур для большинства организмов варьируется от -50°C до $+50^{\circ}\text{C}$, обеспечивая существование жизни в различных условиях.

Давление колеблется от 0,1 атм на высоте до 1000 атм в глубоких литосферных слоях, требуется доступность жидкой воды.

Концентрации газов в биосфере меняются в зависимости от геологических и климатических процессов, влияя на живую среду.

Функции и классификация живого вещества по Вернадскому

07

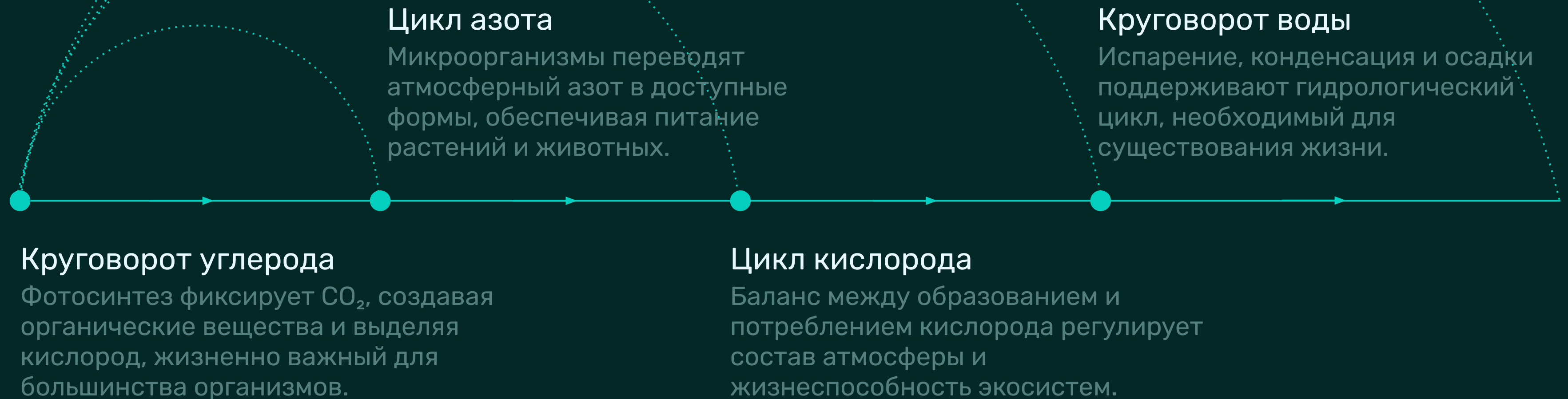
Основные функции живого вещества

Живое вещество обеспечивает преобразование энергии, миграцию элементов и поддержание атмосферы через жизненные процессы.

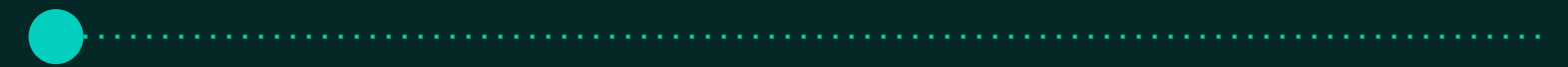
Классификация организмов в биосфере

Продуценты, консументы и редуценты образуют функциональные группы, участвующие в синтезе, потреблении и разложении органики.

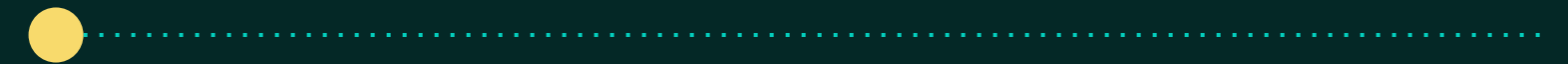
Основные биогенные циклы и их значение



Круговорот углерода: основные резервуары



Углерод быстро перемещается между компонентами биосферы, поддерживая динамический баланс.



Основная часть углерода сосредоточена в океанах и почвах, что влияет на глобальный климат и биосферные процессы.

NASA, Global Carbon Project (2023)

Биомасса различных организмов биосферы

Данные иллюстрируют преобладание растений и микроорганизмов по общей массе в биосфере.

Биомасса биосферы в основном представлена растениями и микроорганизмами, обеспечивающими основные биогеохимические циклы.

Группа организмов	Биомасса (Гт углерода)
Растения	450
Животные	2
Грибы	12
Бактерии	70
Археи	7

Bar-On, Phillips, Milo (2018)

Геохимические функции биосферы



Биосфера преобразует солнечную энергию в биологически доступные формы, влияют на круговороты элементов и химический состав среды.



Живые организмы создают и разрушают минеральные соединения, участвуют в формировании почв и осадков.



Благодаря биосфере поддерживается уровень кислорода и стабильные параметры среды, необходимые для жизни всех организмов.

Роль солнечной энергии в процессах биосферы

Свыше 99% энергии, поступающей в биосферу, обеспечивается солнечным излучением, запускающим фотосинтез и поддерживающим климатические процессы.

Фотосинтез связывает примерно 100 миллиардов тонн органики ежегодно, создавая основу пирамиды питания в экосистемах.

Солнечная энергия преобразуется в химическую через органические вещества, а также в тепловую и механическую энергию внутри экосистем.

Эти процессы регулируют климат, циркуляцию влаги и обеспечивают жизнедеятельность всех уровней биосферы.

Эволюция биосферы: ключевые этапы развития



Архейская эпоха — начало жизни и прокариоты

В архейскую эру появились первые живые организмы — прокариоты. Эти одноклеточные бактерии заложили основы биоразнообразия и начали формировать химический состав атмосферы, в частности, выделяя метан и изменяя условия земной коры.



Протерозойская эра и расцвет фотосинтетиков

В протерозойскую эпоху возникли эукариоты, а также первые водоросли, начавшие фотосинтез. Это событие существенно увеличило содержание кислорода в атмосфере, подготовив условия для сложных форм жизни.



Кембрийский взрыв и биологическое разнообразие

В кембрийский период произошло быстрое появление множества новых видов животных с разнообразной морфологией. Биосфера приобрела сложные экосистемные структуры, что определило последующее развитие жизни на планете.

Обмен веществ и энергии в биосфере: этапы взаимодействия

Обмен веществ с атмосферой и гидросферой

Происходит двухсторонний обмен газами и растворёнными веществами, регулирующий химический состав и поддерживающий биогеохимические циклы.

Поступление солнечной энергии

Основной источник энергии — солнечное излучение, обеспечивающее фотосинтез и тепло, поддерживающее жизнедеятельность биосферы.

Биологический круговорот в экосистемах

Организмы преобразуют энергию и вещества, обеспечивая устойчивость и самообновление живых систем биосферы.

Первичная продуктивность основных экосистем (млрд тонн/год)

Экосистема	Продуктивность (млрд т/год)
Океаны	50
Тропические леса	20
Сельскохозяйственные угодья	7

Сравнение вклада различных экосистем в производство органического вещества масштаба Земли, учитывая климатические и площадные особенности.

Наибольший вклад в глобальную биопродуктивность вносят океаны, при этом тропические леса и сельхозугодья играют важную роль на региональном уровне.

Bar-On, Phillips & Milo, 2018

Антропогенное воздействие и вызовы для биосферы

01

Интенсивное развитие промышленности и расширение сельскохозяйственных территорий разрушают природные экосистемы и приводят к потере биоразнообразия.

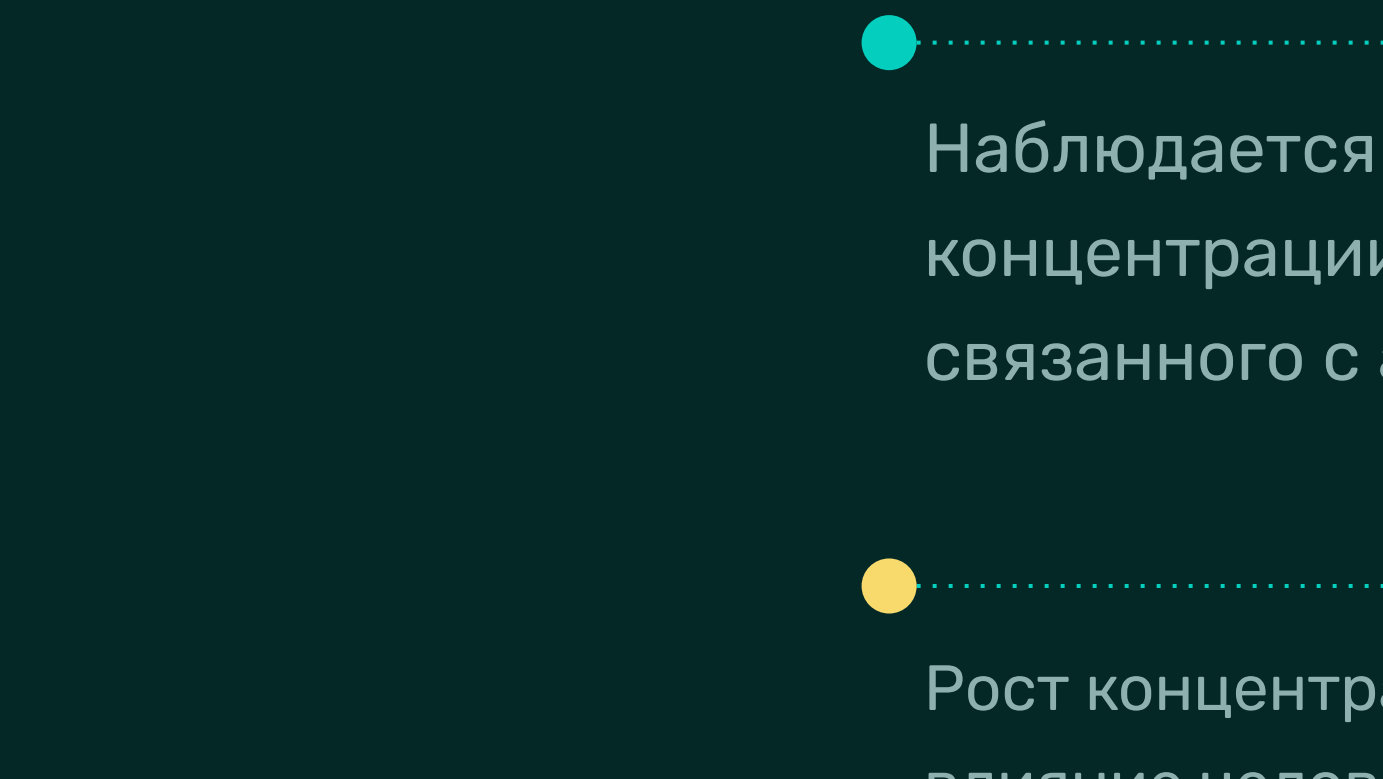
02

Выбросы парниковых газов способствуют изменению климата, нарушая природные круговороты элементов и приводя к экологическим дисбалансам.

03

Загрязнения, деградация почв и рост экологических катастроф увеличивают угрозу исчезновения видов и снижают устойчивость природных систем.

Динамика CO₂ в атмосфере



Наблюдается постоянное ускорение роста концентрации углекислого газа, напрямую связанного с антропогенными выбросами.

Рост концентрации CO₂ подтверждает влияние человека на усиление парникового эффекта и климатические изменения на планете.

Последствия антропогенных биогеохимических нарушений

Истощение озонового слоя и образование кислотных дождей серьезно влияют на качество атмосферного воздуха и здоровье экосистем, уменьшает защиту от ультрафиолетового излучения.

Загрязнение пластиками и тяжёлыми металлами приводит к накоплению токсинов в пищевых цепях, нарушая жизнедеятельность организмов и снижая биологическое разнообразие.



Механизмы саморегуляции биосферы

Биологическое разнообразие поддерживает устойчивость пищевых цепей, обеспечивая стабильность экосистем при изменениях окружающей среды.

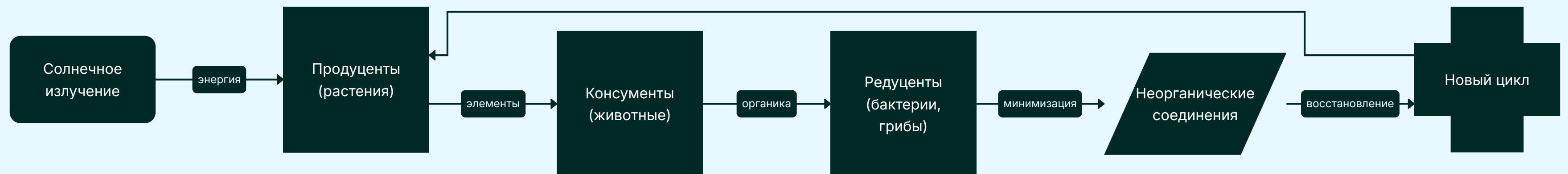
Саморегуляция численности видов предотвращает чрезмерное размножение или исчезновение отдельного звена внутри экосистемы.

Природная способность к восстановлению после стрессов помогает биосфере удерживать баланс и восстанавливаться после нарушений.

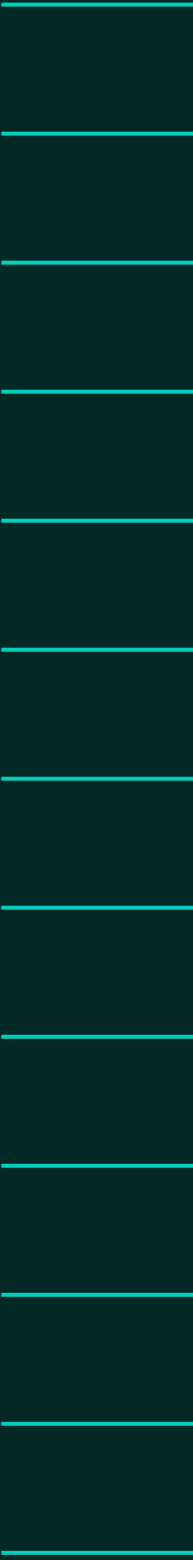
Биогеохимические циклы обеспечивают гомеостаз, поддерживая химический состав среды обитания в пределах, пригодных для жизни.

Потоки энергии и веществ в биосфере

Схема циклического взаимодействия компонентов биосферы



Значение биосферы для жизни на Земле



.....○ Биосфера обеспечивает кислород и пресную воду, необходимые для поддержания существования организмов на планете.

.....○ Регулирует климат и защищает живые организмы от опасного космического излучения, создавая оптимальные условия для жизни.

.....○ Служит основой для развития и эволюции экосистем, поддерживая биологическое разнообразие и равновесие.

Сохранение биосферы — наш общий долг

Поддержание биологического равновесия и экологической устойчивости требует научного подхода, ответственности и сознательного взаимодействия с природой во имя будущих поколений.