



Закономерности существования биосферы

Жизнь на Земле подчиняется общим
законам обмена веществ и энергии.



Биосфера: идея Вернадского

Биосфера — это не просто «сфера жизни», а целостная оболочка Земли, где живая и неживая природа непрерывно взаимодействуют. Представление о ней связано с именем В. И. Вернадского, который показал роль живых организмов в преобразовании планеты.



Жизнь на пределе

Следы жизни обнаружены в глубоководных впадинах океана и в верхних слоях тропосферы. Это показывает, что организмы способны существовать в очень разных, но не беспредельных условиях среды.

Где биомассы больше всего

Основная масса живых организмов сосредоточена в почве, лесах, прибрежных водах и верхнем освещённом слое океана. Именно здесь сочетаются свет, влага, кислород и доступные питательные вещества.

Ограничивающие факторы

Распространение жизни сдерживают экстремальные температуры, высокое давление, засоление, дефицит воды и недостаток света. Поэтому биота Земли распределена очень неравномерно и зависит от природной зоны.

Зональность природы

В разных географических поясах состав сообществ заметно меняется. Тропики, умеренные широты и полярные области отличаются условиями жизни, а значит, и набором видов, приспособленных к ним.

Масштаб явления

Биосфера охватывает планету целиком, но её живое содержание сосредоточено в тонком, крайне уязвимом слое. Поэтому даже локальные изменения среды могут иметь широкий экологический эффект.



Границы и масштабы биосферы

Живое вещество как главный преобразователь планеты

Атмосфера

Живые организмы меняют состав воздуха, прежде всего благодаря фотосинтезу. Зелёные растения и водоросли поглощают углекислый газ и выделяют кислород, поддерживая дыхание большинства живых существ.

Гидросфера

В водной среде организмы не только потребляют растворённые вещества, но и влияют на химический состав воды. Планктон, бактерии и водоросли участвуют в круговоротах, определяющих свойства океанов и пресных вод.

Почвы

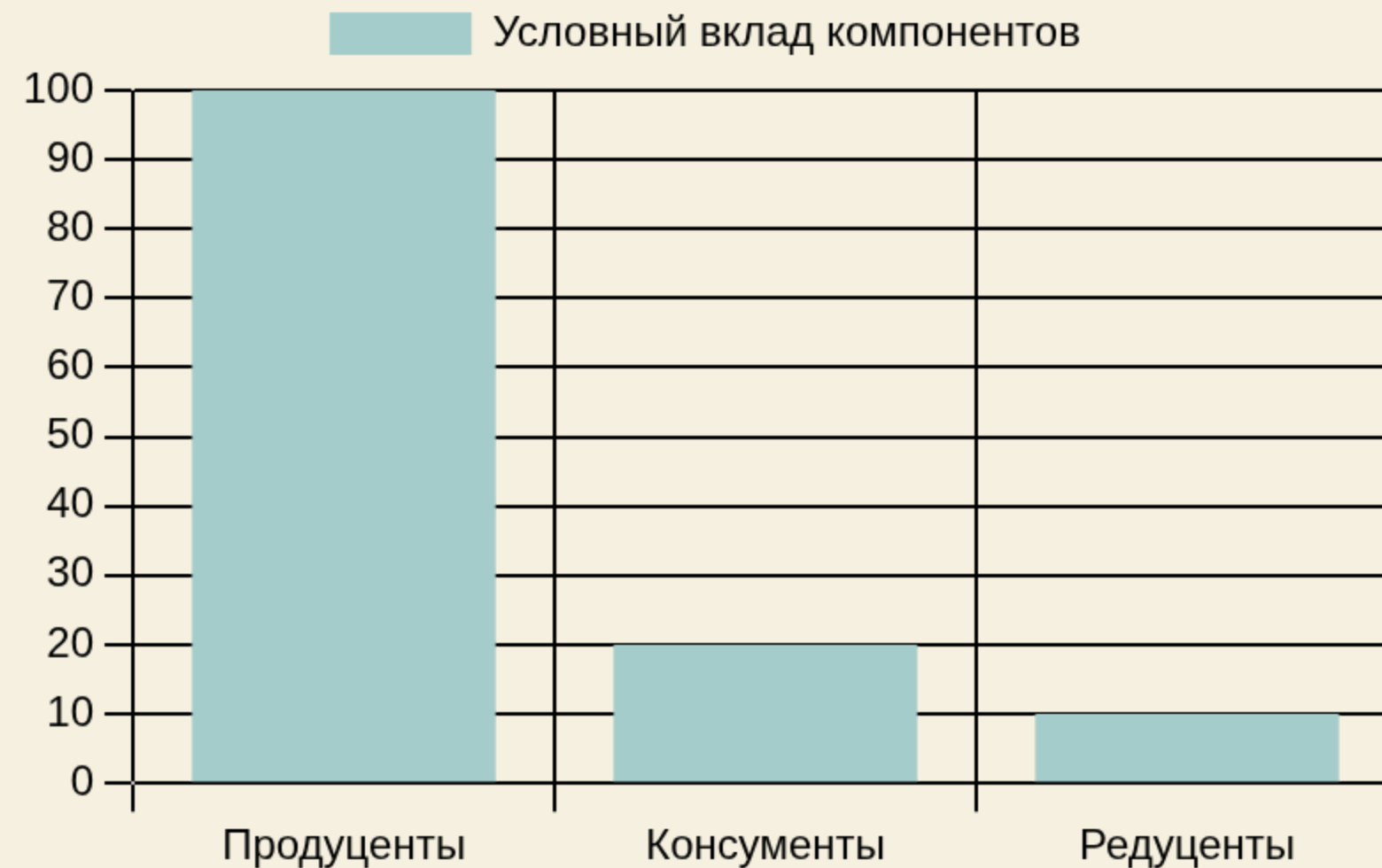
Бактерии, грибы и почвенные животные разлагают органические остатки и возвращают элементы в доступную форму. Благодаря этому формируется гумус и сохраняется плодородие почвенного покрова.

Облик биосферы

Леса, моря и почвы выглядят такими, какими мы их знаем, именно потому, что их постоянно преобразует живое вещество. Внешний вид планеты — результат длительной деятельности организмов.



Поток энергии в биосфере



Энергия не возвращается в круговорот полностью: при каждом переходе часть рассеивается в виде тепла, поэтому экосистемы нуждаются в постоянном притоке солнечной энергии.

Чем выше трофический уровень, тем меньше доступной энергии. Поэтому пищевые цепи обычно короткие, а роль продуцентов в экосистемах решающая.

Схематическое представление по учебному материалу

Круговорот воды как условие жизни

1. Испарение

Вода переходит в атмосферу с поверхности океанов, рек, почв и растений. Этот процесс переносит тепло и запускает дальнейшее перемещение влаги в системе Земли.

3. Осадки и сток

Дожди и снег возвращают воду на сушу и в океан. Часть влаги уходит в подземные воды, часть движется по поверхности, питая реки и водоёмы.

2. Конденсация

Водяной пар охлаждается в атмосфере и образует облака. Так происходит накопление влаги, которая затем становится источником осадков.

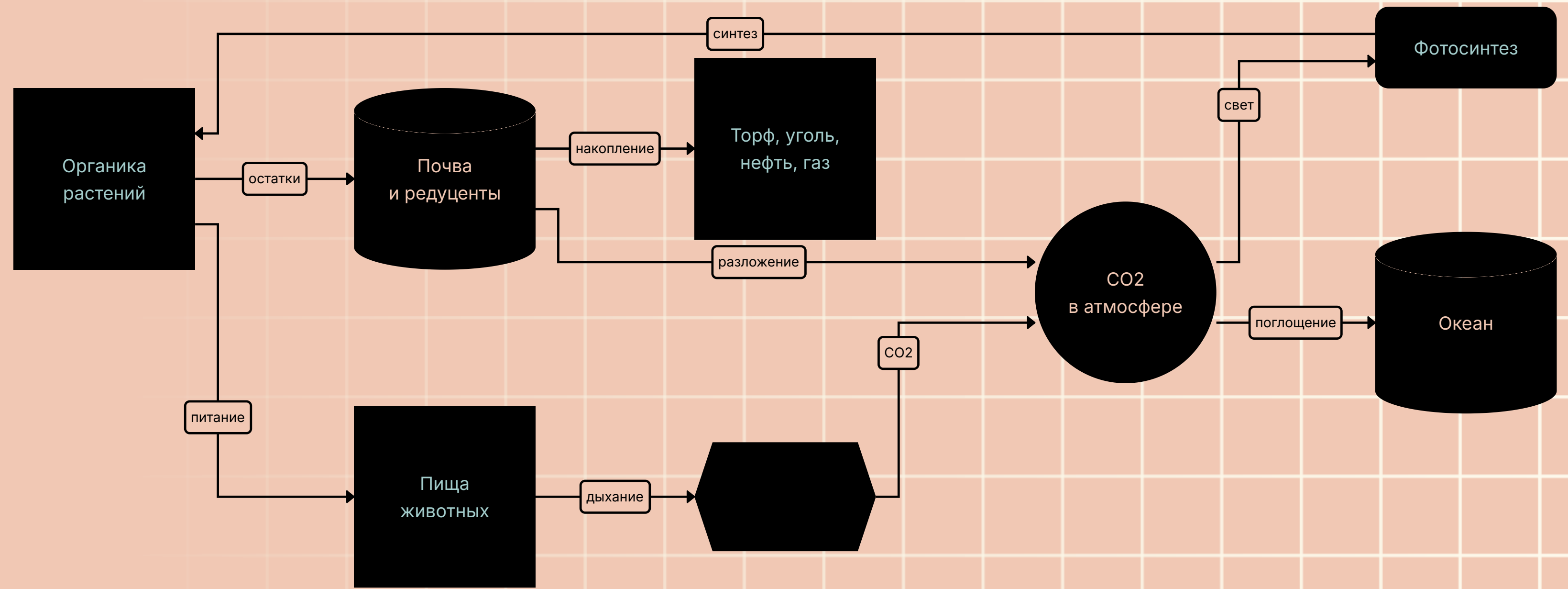
4. Влияние биоты

Леса усиливают испарение и поддерживают влажность воздуха. При уничтожении растительности влагооборот ослабевает, а риск засух и перегрева территории возрастает.

Круговорот углерода в биосфере



Схема показывает основные пути перемещения углерода между атмосферой, живыми организмами, почвой и океаном.



Круговороты азота и фосфора

01

Азот из атмосферы

Хотя азота в воздухе очень много, в молекулярной форме он почти недоступен большинству организмов. Поэтому решающую роль играют азотфиксирующие бактерии, переводящие его в усвояемые соединения.

03

Фосфор из пород

Фосфор поступает в биосферу главным образом при выветривании горных пород. Он почти не участвует в газовой фазе, поэтому его круговорот тесно связан с почвами и поверхностными водами.

02

Включение в живые ткани

Полученные соединения азота растения используют для синтеза белков и нуклеиновых кислот. Затем элемент передаётся по цепям питания животным и микроорганизмам, поддерживая рост и обмен веществ.

04

Лимитирующая роль

Нехватка или избыток азота и фосфора быстро отражается на продуктивности экосистем. Именно поэтому эти элементы часто становятся ограничивающим фактором роста растений и развития сообществ.

Сравнение основных биогенных циклов

- Сопоставление показывает, где накапливается элемент, как он переходит между формами и почему каждый цикл жизненно важен для организмов.
- Углерод, азот, фосфор и сера отличаются резервуарами и путями перехода, но все они поддерживают обмен веществ и продуктивность экосистем.

Элемент	Резервуар	Процесс	Значение
Углерод	Атмосфера, океан	Фотосинтез, дыхание	Основа органики
Азот	Атмосфера	Фиксация бактериями	Белки и ДНК
Фосфор	Породы, почвы	Выветривание	АТФ, кости
Сера	Литосфера, океан	Бактериальные превращения	Аминокислоты



Биоразнообразие как условие устойчивости



Лес после засухи

Там, где видов много, экосистема легче переносит засуху и колебания температуры. Одни растения замедляют испарение, другие быстрее восстанавливаются после стресса, и сообщество сохраняет работоспособность даже при неблагоприятных условиях.



Невидимые помощники почвы

Разные функциональные группы организмов работают как единая система. Продуценты создают органическое вещество, консументы регулируют численность видов, а редуценты возвращают элементы в круговорот, поддерживая устойчивость всей экосистемы.

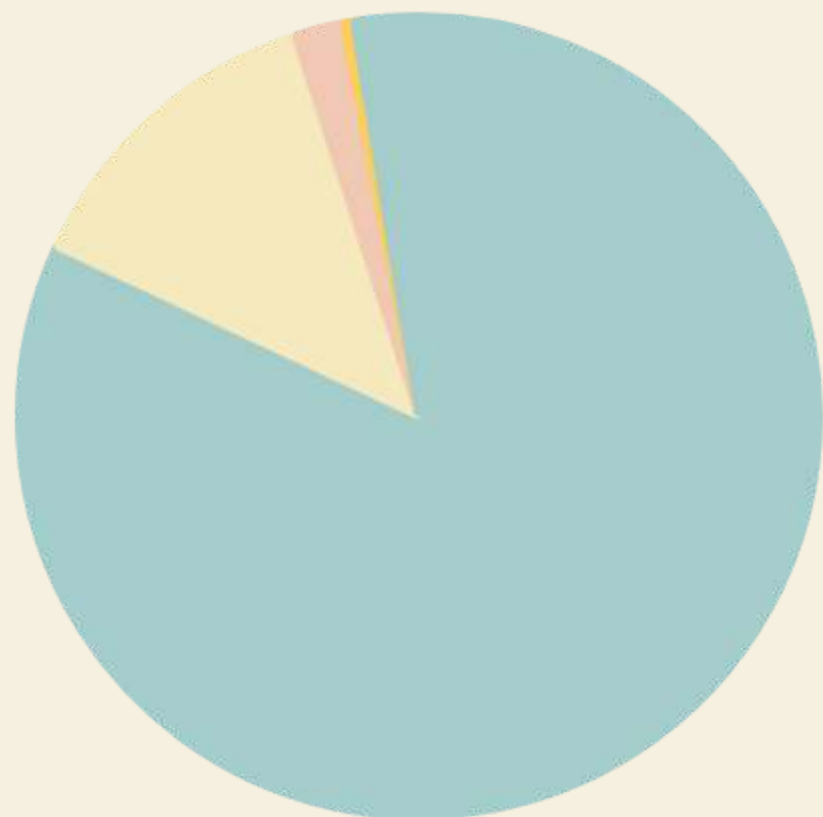


Когда вид исчезает

Потеря даже одного вида может изменить пищевые связи и вызвать цепные последствия. В редких или охраняемых экосистемах это особенно заметно, поэтому сохранение природных территорий имеет не только эстетическое, но и экологическое значение.

Распределение биомассы на Земле

Растения Бактерии Грибы
Животные Прочие эукариоты



- Наземные растения формируют почти весь запас живого вещества суши, тогда как животные составляют лишь малую долю общей биомассы.
- Распределение биомассы показывает ведущую роль суши и фотосинтезирующих организмов в поддержании жизни планеты.

Обобщение по данным оценок глобальной биомассы (Bar-On, Phillips, Milo, 2018)

Место обитания

Почва населена корнями растений, бактериями, грибами, простейшими, червями и насекомыми. Здесь живые организмы постоянно взаимодействуют с минеральной основой и участвуют в обмене веществ.

Гумус и плодородие

При разложении опада и отмерших остатков образуется гумус. Он удерживает воду, связывает минеральные вещества и делает почву более плодородной для растений и почвенной биоты.

Условия жизни

Структура, влажность, аэрация и химический состав почвы определяют, какие виды могут в ней существовать. Даже небольшие изменения этих параметров заметно влияют на рост растений.

Связь оболочек Земли

Почва соединяет литосферу, гидросферу и биоту в единый обменный контур. Через нее вода, соли и органические вещества непрерывно переходят из одного звена природной системы в другое.



Почва как живой интерфейс суши

Саморегуляция и обратные связи в биосфере

01

Природный баланс

Биосфера сохраняет относительное равновесие не за счет неподвижности, а благодаря постоянному взаимодействию живых организмов и среды. Любое отклонение запускает механизмы, возвращающие систему к более устойчивому состоянию.

02

Ограничители роста

Если численность вида быстро возрастает, ее сдерживают нехватка пищи, воды и пространства, а также хищники, паразиты и болезни. Это предотвращает бесконтрольное увеличение популяций.

03

Смягчение колебаний

Фотосинтез, дыхание, разложение и перенос веществ между средами уменьшают резкие изменения состава атмосферы, воды и почв. Благодаря этому экосистемы остаются функционально устойчивыми.

04

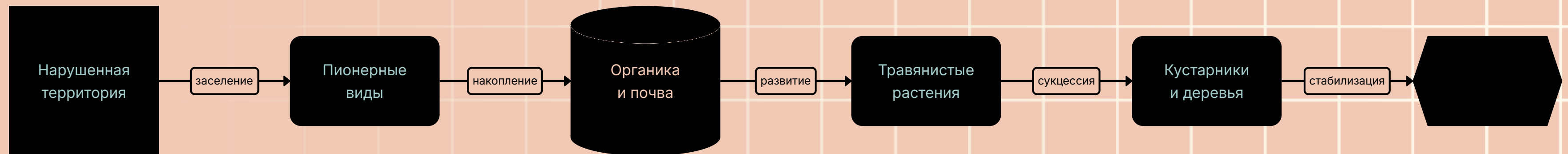
Переход к новому состоянию

При слишком сильном воздействии система не всегда возвращается к прежнему виду. Она может сформировать другое устойчивое сообщество, приспособленное к изменившимся условиям среды.

От нарушения к зрелому сообществу



Схема отражает основные этапы экологической сукцессии и последовательную смену сообществ после нарушения среды.





Антропогенное давление на биосферу

Парниковые выбросы

Сжигание топлива и работа промышленности увеличивают содержание парниковых газов в атмосфере. Это усиливает климатические изменения и влияет на режим осадков, температуру и частоту экстремальных явлений.

Загрязнение среды

Воздух, вода и почвы загрязняются выбросами, стоками и отходами. Токсичные вещества накапливаются в экосистемах, ухудшая состояние организмов и снижая их жизнеспособность.

Потеря местообитаний

Вырубка лесов, распашка земель, добыча полезных ископаемых и застройка сокращают площадь природных местообитаний. Из-за этого виды теряют кормовую базу, укрытия и пути миграции.

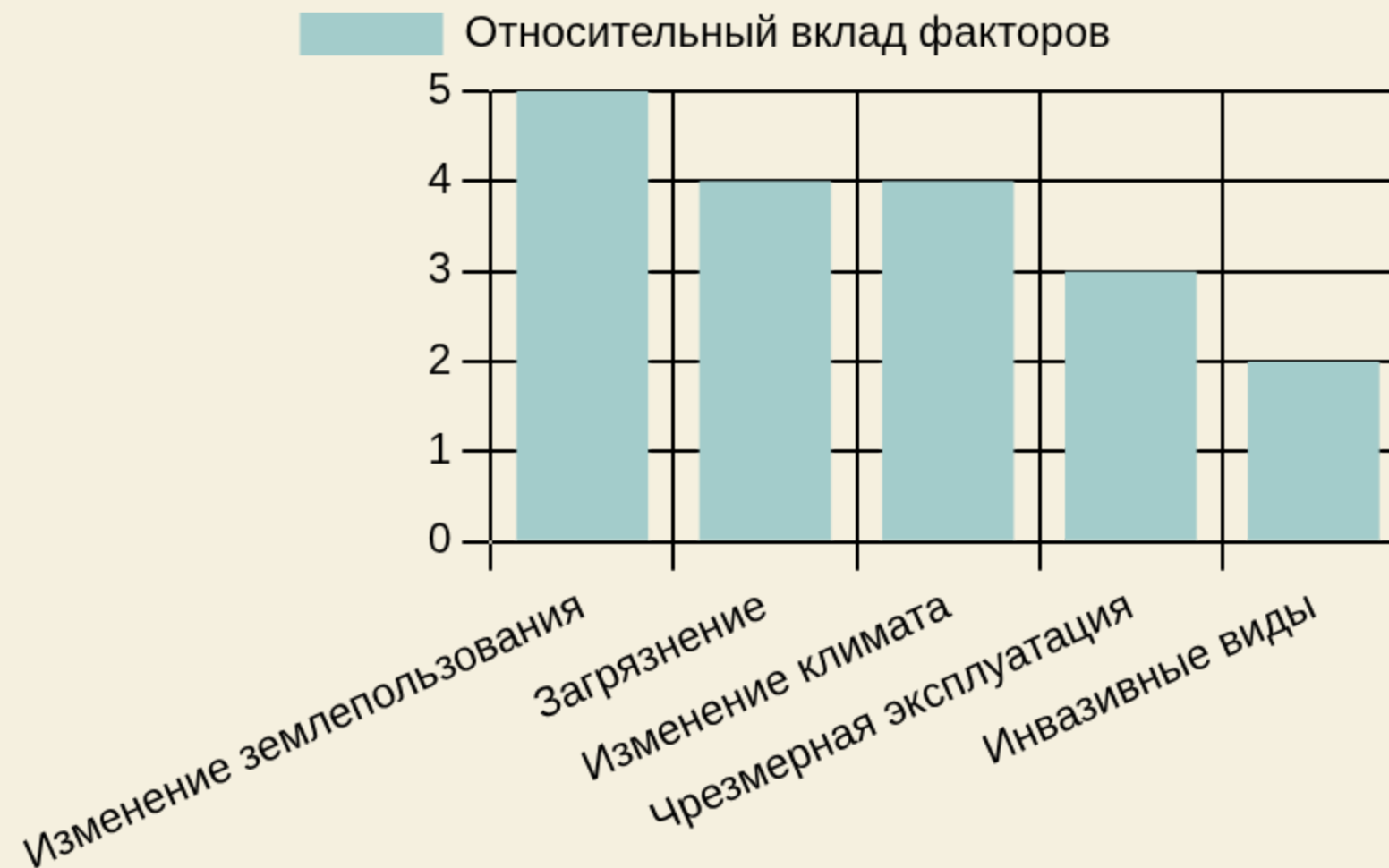
Истощение ресурсов

Чрезмерное изъятие воды, древесины, рыбы и других ресурсов нарушает естественное восстановление природных систем. В результате экосистемы теряют способность быстро компенсировать ущерб.

Промышленные и городские зоны

Наиболее заметные последствия сосредоточены в крупных городах, сельскохозяйственных районах и промышленных центрах. Здесь особенно ясно проявляются загрязнение, уплотнение почв и фрагментация природных территорий.

Основные причины деградации экосистем



- Даже факторы меньшего масштаба могут резко усиливаться вместе: фрагментация местообитаний облегчает проникновение инвазивных видов и снижает устойчивость сообществ.
- Наибольший риск связан с разрушением местообитаний, а климат, загрязнение и эксплуатация ресурсов усиливают его последствия.

Обобщение по данным IPBES, UNEP и национальных экологических обзоров

Локальные меры сохранения биосферы



Мера	Эффект	Пример
Лесовосстановление	Меньше эрозии	Защитные посадки
Раздельный сбор	Меньше отходов	Сортировка сырья
ООПТ	Сохранение видов	Заповедник
Экоземледелие	Чище почвы	Севооборот

- Сопоставление практических мер показывает, как локальные
- действия снижают нагрузку на экосистемы и поддерживают природное равновесие.

- Эффективность выше там, где меры сочетаются: восстановление природных связей, снижение загрязнения и охрана ключевых территорий взаимно усиливают друг друга.
-

Как ученые видят биосферу из космоса и с земли



Спутники фиксируют изменения за сезон и десятилетие

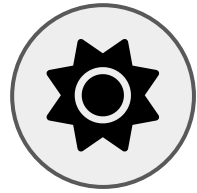
Из космоса видно то, что трудно заметить с земли: сокращение лесов, таяние ледников, распространение пожаров и изменения температуры поверхности океана. Такие данные помогают сравнивать огромные территории и отслеживать динамику природных процессов во времени.



Полевые станции проверяют картину на месте

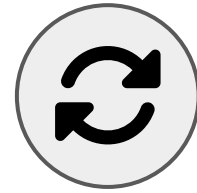
Наземные наблюдения уточняют спутниковые оценки: исследователи считают виды, измеряют влажность и кислотность почв, анализируют качество воды и состояние растительных сообществ. Именно сочетание двух подходов дает надежный научный вывод о состоянии экосистем.

Закономерности, объединяющие биосферу



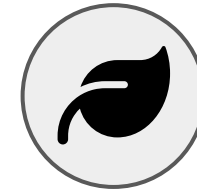
Источник энергии

Биосфера живет за счет солнечного света, который улавливают продуценты. Именно он запускает фотосинтез и обеспечивает переход энергии по трофическим цепям.



Круговорот веществ

Элементы постоянно переходят из живой материи в неживую и обратно. Благодаря круговоротам углерода, азота, воды и других веществ система не истощается.



Биоразнообразие

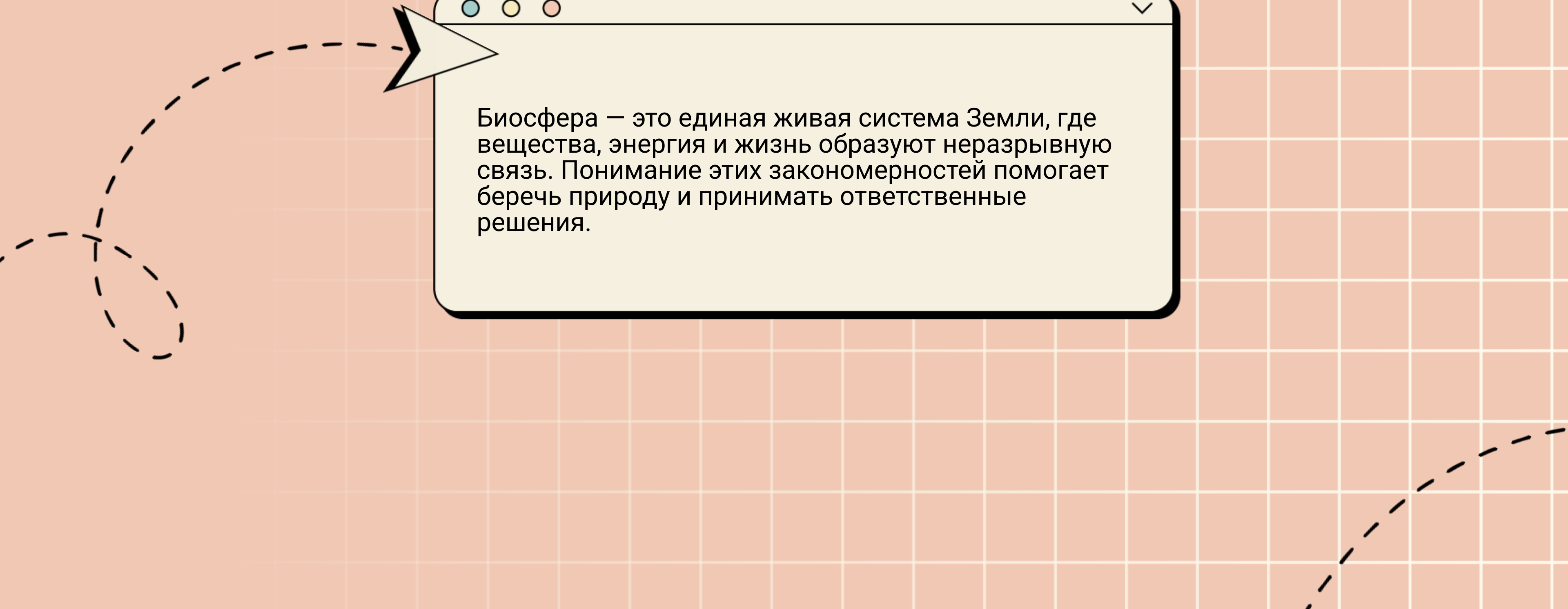
Разные виды выполняют разные функции: создают органическое вещество, регулируют численность организмов и разлагают остатки. Чем богаче сообщество, тем выше его устойчивость.



Саморегуляция

Обратные связи ограничивают резкие колебания численности и состава среды. Однако устойчивость биосферы не абсолютна и снижается при разрушении местообитаний и сильном антропогенном давлении.

Биосфера: система, которую мы меняем и от которой зависим



Биосфера — это единая живая система Земли, где вещества, энергия и жизнь образуют неразрывную связь. Понимание этих закономерностей помогает беречь природу и принимать ответственные решения.