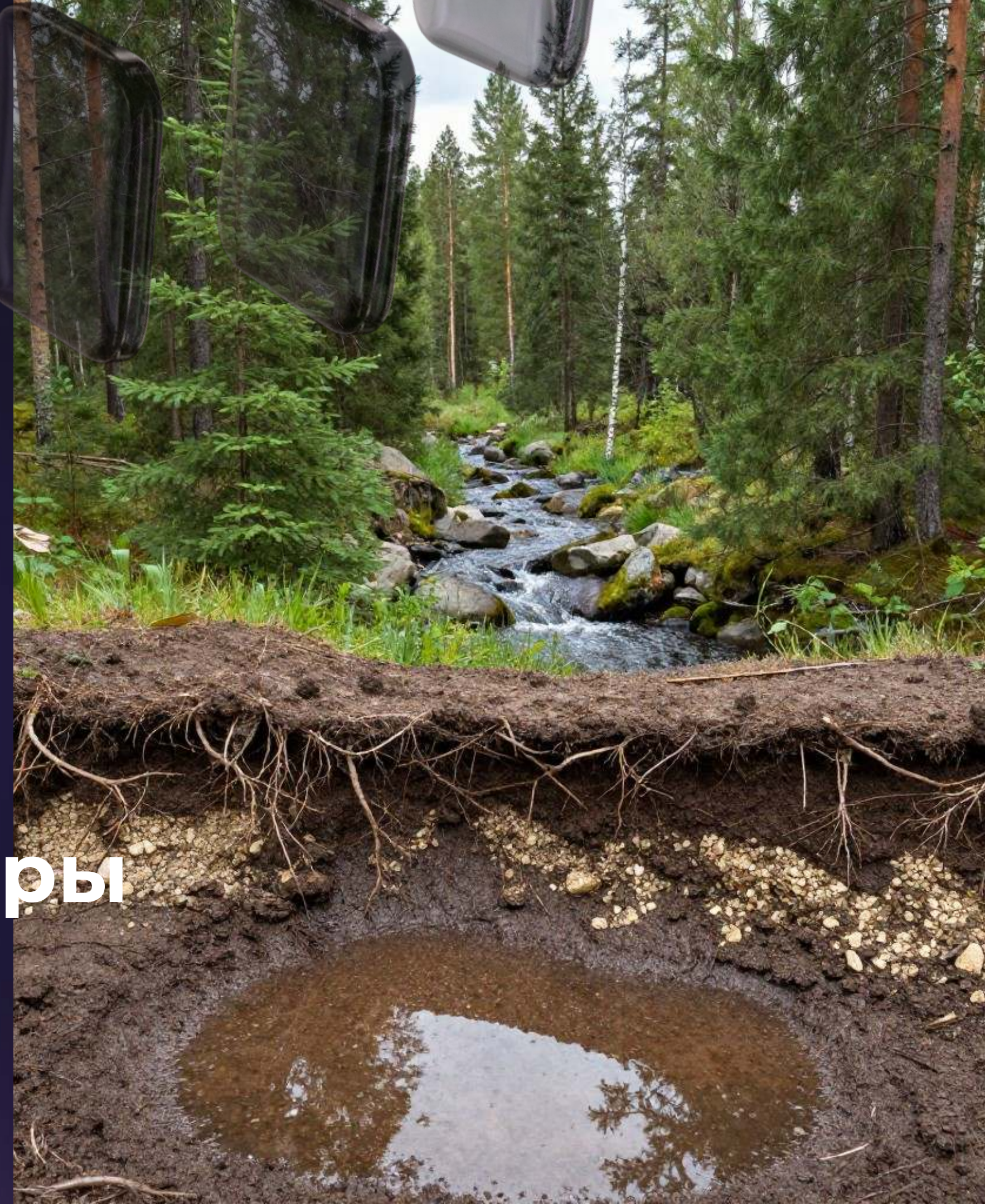




Жизнь, энергия и вещества образуют единую систему Земли.

Закономерности существования биосферы





Что такое биосфера и где она проходит

Биосфера охватывает нижнюю атмосферу, всю гидросферу и верхнюю часть литосферы. Ее границы определяются условиями, в которых возможна жизнь: температурой, давлением, влагой, светом и наличием воды и кислорода.

Живое вещество как системообразующий фактор биосферы

Единая совокупность организмов

Живое вещество включает все организмы планеты и действует как мощная химическая сила. Оно постоянно связывает отдельные компоненты природы в общий обмен веществ и энергии.

Перераспределение элементов

Организмы концентрируют углерод, азот, фосфор, серу и другие элементы, переводя их из одних соединений в другие. Так поддерживается непрерывная миграция веществ между живой и неживой природой.

Созидательная роль жизни

Живые организмы участвуют в образовании почв, накоплении кислорода в атмосфере и формировании осадочных пород. Без их деятельности современный облик Земли был бы иным.

Основа самообновления

Чем выше биомасса, продуктивность и видовое разнообразие, тем надежнее биосфера восстанавливает ресурсы и сохраняет устойчивость. Это делает живое вещество главным фактором ее самоподдержания.

Биогенные элементы в составе живых организмов

На четыре элемента приходится почти вся масса клеток, поэтому даже небольшие изменения их круговорота быстро отражаются на состоянии экосистем.

Жизнь строится на ограниченном наборе элементов, но именно они определяют химическую активность биосферы и ее круговороты.

Обобщенные данные школьного курса биологии о химическом составе живого вещества

Поток энергии в биосфере



■ Солнечный источник

Практически вся энергия, доступная биосфере, поступает от Солнца. Именно она запускает фотосинтез и обеспечивает существование пищевых цепей.

■ Продуценты

Зеленые растения, водоросли и цианобактерии улавливают лишь часть солнечного излучения. Из этой энергии они создают органические вещества из неорганических соединений.

■ Передача по цепям питания

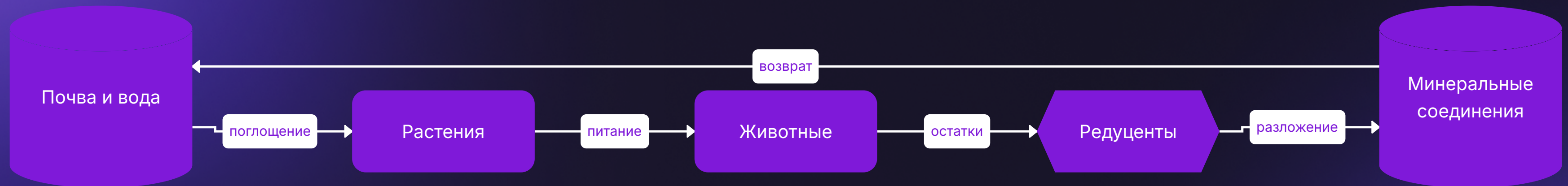
Энергия переходит от продуцентов к консументам через питание. На каждом уровне часть ее расходуется на жизнедеятельность, поэтому доступный запас постепенно уменьшается.

■ Потери в виде тепла

При дыхании, движении и росте значительная доля энергии рассеивается. Поэтому поток энергии в биосфере всегда направлен, а не замкнут, как круговорот веществ.

Круговорот веществ в экосистеме

Общая схема переноса веществ между живой и неживой природой



Биогеохимические циклы как основа устойчивости



Круговорот углерода

Углерод входит в состав органических веществ, углекислого газа и карбонатов. Его обмен между атмосферой, океаном и биомассой влияет на продуктивность и климат.



Круговорот фосфора

Фосфор связан главным образом с породами и почвами, а его обновление идет медленнее других циклов. Из-за этого дефицит фосфора особенно заметно ограничивает рост растений.



Круговорот воды

Вода быстро перемещается между океаном, атмосферой, сушей и организмами. Такой цикл связывает все экосистемы и определяет условия существования большинства живых существ.



Круговорот азота

Азот нужен для белков и нуклеиновых кислот, но в атмосферном виде он недоступен большинству организмов. Поэтому особенно важны фиксация, нитрификация и денитрификация.



Чувствительность к нарушениям

Если один цикл нарушается, страдают сразу несколько звеньев биосферы: меняются состав атмосферы, плодородие почв и скорость образования органического вещества.

Сравнение основных круговоротов веществ

Цикл	Резервуар	Скорость	Ключевые процессы
Вода	океан, атмосфера	быстрый	испарение, осадки
Углерод	атмосфера, биомасса	средний	фотосинтез, дыхание
Азот	атмосфера, почва	средний	фиксация, денитрификация

Таблица показывает, где сосредоточены главные запасы веществ, какие процессы обеспечивают их движение и насколько быстро обновляется каждый цикл.

Чем медленнее круговорот, тем дольше последствия нарушений сохраняются в природе и тем труднее экосистеме восстановить равновесие.

Обобщение школьного курса биологии и географии

Продуценты, консументы и редуценты

01 Продуценты создают основу

Продуценты образуют органическое вещество из неорганических соединений, используя энергию света или химических реакций. Они запускают питание всех остальных организмов в экосистеме.

02 Консументы используют готовую органику

Консументы не синтезируют пищу сами, а получают ее, поедая растения или других животных. Так энергия и вещества переходят по трофическим уровням.

03 Редуценты завершают цикл

Редуценты разлагают остатки организмов до минеральных соединений. Благодаря им питательные вещества возвращаются в среду и снова становятся доступными для растений.

Трофическая пирамида и потери энергии

Падение доступной энергии ограничивает число уровней в цепях питания и делает верхние звенья наиболее уязвимыми при изменении среды.

Основная часть энергии не накапливается, а рассеивается, поэтому биомасса и численность организмов уменьшаются к вершине пирамиды.

Обобщенная схема трофической пирамиды, используемая в школьной биологии

Бактерии и грибы — невидимые участники круговорота



Минерализация в почве

В верхнем слое почвы бактерии и грибы перерабатывают опавшие листья, корни и остатки животных. В результате сложная органика распадается до минеральных соединений, доступных растениям. Именно так под слоем почвы непрерывно обновляется питательная основа экосистемы.



Азот, доступный растениям

Азотфиксирующие бактерии живут в почве и на корнях некоторых растений, помогая переводить атмосферный азот в соединения, которые могут усваиваться зелёными организмами. Без этого скрытого процесса рост растений был бы резко ограничен, а плодородие почв быстро снижалось бы.



Разложение сложных веществ

Сапротрофные грибы пронизывают подстилку мицелием и разлагают клетчатку, лигнин и другие стойкие вещества, которые не под силу многим организмам. Их работа поддерживает самоочищение экосистем, возвращает элементы в круговорот и сохраняет устойчивость почвенного покрова.

Саморегуляция и экологическое равновесие

01

Связи и обратные отклики

В биосфере изменения редко остаются изолированными: рост численности одного вида меняет условия для других, а те, в свою очередь, воздействуют на исходный процесс. Так формируются обратные связи, стабилизирующие систему.

02

Ограничители роста популяций

Конкуренция, хищничество, паразитизм и нехватка ресурсов не дают популяциям бесконтрольно увеличиваться. Эти естественные ограничения удерживают численность организмов в пределах, при которых экосистема сохраняет работоспособность.

03

Влияние среды на живое

Температура, влажность, освещённость и состав воздуха взаимосвязаны с состоянием биоты. Изменение одного фактора отражается на других, поэтому климат и живые организмы образуют единую систему взаимного регулирования.

04

Почему важно разнообразие

Чем больше видов и экологических связей, тем больше у системы резервных путей восстановления. Многочисленные трофические и симбиотические отношения делают биосферу менее уязвимой к внешним потрясениям и локальным нарушениям.

Биоразнообразие как фактор устойчивости

Разнообразие видов повышает число связей между организмами и создаёт дополнительные механизмы компенсации потерь при изменении условий среды.

Наиболее устойчива экосистема с высоким биоразнообразием; монокультура заметно слабее из-за узкого набора функций и меньшего запаса устойчивости.

Иллюстративная оценка на основе общих закономерностей экологии экосистем

Почва как продукт взаимодействия ЖИВОГО И НЕЖИВОГО

Как она формируется

Почва возникает постепенно: выветривание породы создаёт минеральную основу, а растения, животные и микроорганизмы добавляют органическое вещество. В результате неживой субстрат превращается в сложную среду обитания.

Значение гумуса

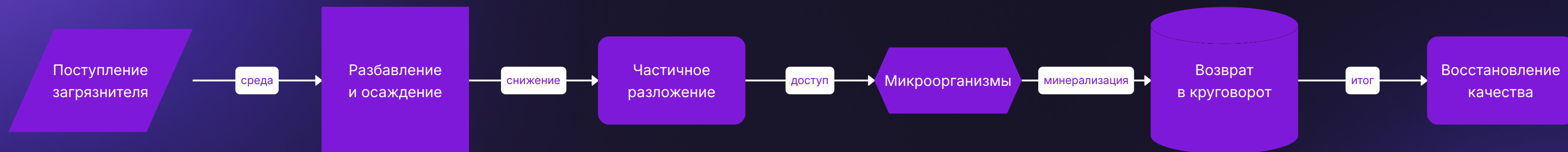
Гумус удерживает влагу, улучшает структуру почвы и служит резервом питательных веществ. Чем его больше и чем он качественнее, тем выше плодородие и продуктивность наземных экосистем.

Почему она уязвима

Почвенный покров связывает литосферу, биоту и круговорот веществ, поэтому его разрушение быстро отражается на урожайности и разнообразии организмов. Восстановление почвы идёт медленно и требует длительного времени.

Как природная среда очищается от загрязнений

Последовательность отражает физические, химические и биологические механизмы самоочищения воды и почвы



Человеческая деятельность меняет биосферу



Лес и вырубка

На одной стороне ландшафта лес сохраняет влажность, почвы и множество местообитаний. На другой — после вырубки оголённая территория быстрее перегревается, теряет влагу и становится более уязвимой к эрозии. Разрыв природных связей заметен уже на небольшом участке.



Город, дорога, поле

Промышленность, транспорт и интенсивное сельское хозяйство повышают нагрузку на воздух, воду и почвы. Там, где раньше действовали естественные механизмы саморегуляции, появляются выбросы, уплотнение почв и отходы, а экологический след человека становится всё более ощутимым.

Основные проявления экологической нагрузки



Таблица показывает, как разные источники воздействия меняют состояние воздуха, воды, почв и живых организмов.

Локальные выбросы и стоки действуют по-разному, но в сумме усиливают деградацию экосистем и нарушают биогеохимические циклы.

Воздействие	Источник	Последствие
Транспорт	NOx, CO, сажа	Загрязнение воздуха
Удобрения	Сельское хозяйство	Эвтрофикация вод
Промстоки	Предприятия	Тяжёлые металлы

Обобщение по экологическим последствиям хозяйственной деятельности



Учение В. И. Вернадского о биосфере

01 Живое как сила планеты

Вернадский показал, что жизнь — не пассивная оболочка, а мощный фактор преобразования Земли. Организмы изменяют состав атмосферы, почв и горных пород, влияя на облик планеты.

02 Биогенная миграция атомов

Учёный ввёл представление о перемещении химических элементов под действием живых организмов. Благодаря этому стало ясно, что биология напрямую связана с геохимическими процессами и эволюцией среды.

03 Единство наук

В его подходе биология, география и геохимия рассматриваются вместе, поскольку природу нельзя понять через одну дисциплину. Такой взгляд помогает объяснять закономерности биосферы как целостной системы.

04 Значение для современности

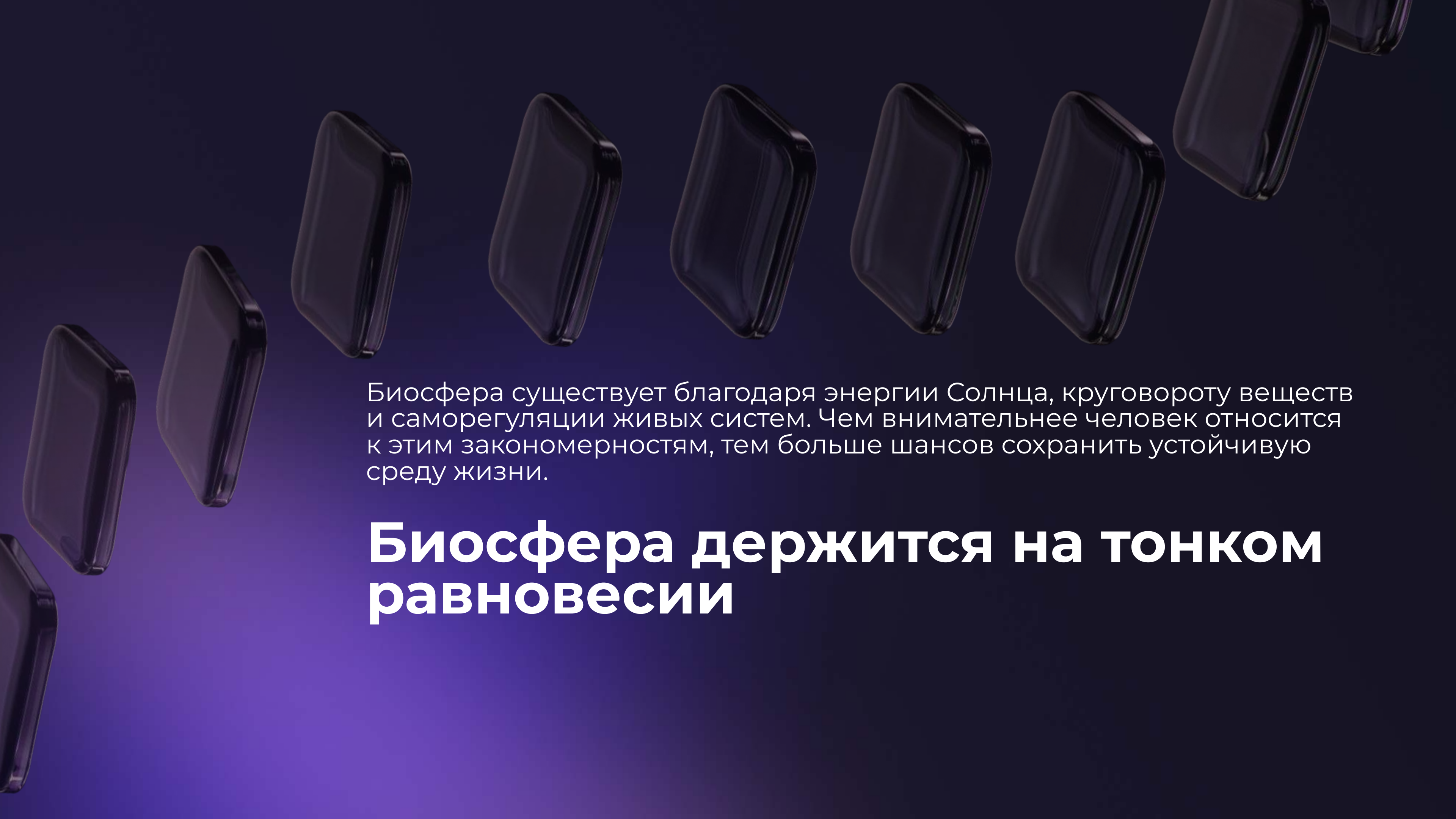
Идеи Вернадского заложили основу для понимания роли человека в биосфере. Они особенно важны сегодня, когда хозяйственная деятельность стала сравнима с мощными природными процессами.

Переход от биосферы к ноосфере

Переход требует не только знаний, но и практических решений: экономии ресурсов, международного согласования действий и экологически ответственного поведения.

Ноосфера возникает там, где разумная деятельность человека начинает поддерживать, а не разрушать природные процессы.

Концепция В. И. Вернадского;
учебное обобщение



Биосфера существует благодаря энергии Солнца, круговороту веществ и саморегуляции живых систем. Чем внимательнее человек относится к этим закономерностям, тем больше шансов сохранить устойчивую среду жизни.

Биосфера держится на тонком равновесии