



# ВСЕРОССИЙСКОЕ ОБЩЕСТВО ОХРАНЫ ПРИРОДЫ



Лекция №2

ОНЛАЙН-ЛЕКТОРИЙ ПО ЭКОЛОГИИ

## СФЕРА ЖИЗНИ

В.А. Грачев,  
Председатель Центрального совета ВООП,  
профессор, д.т.н., член-корреспондент РАН



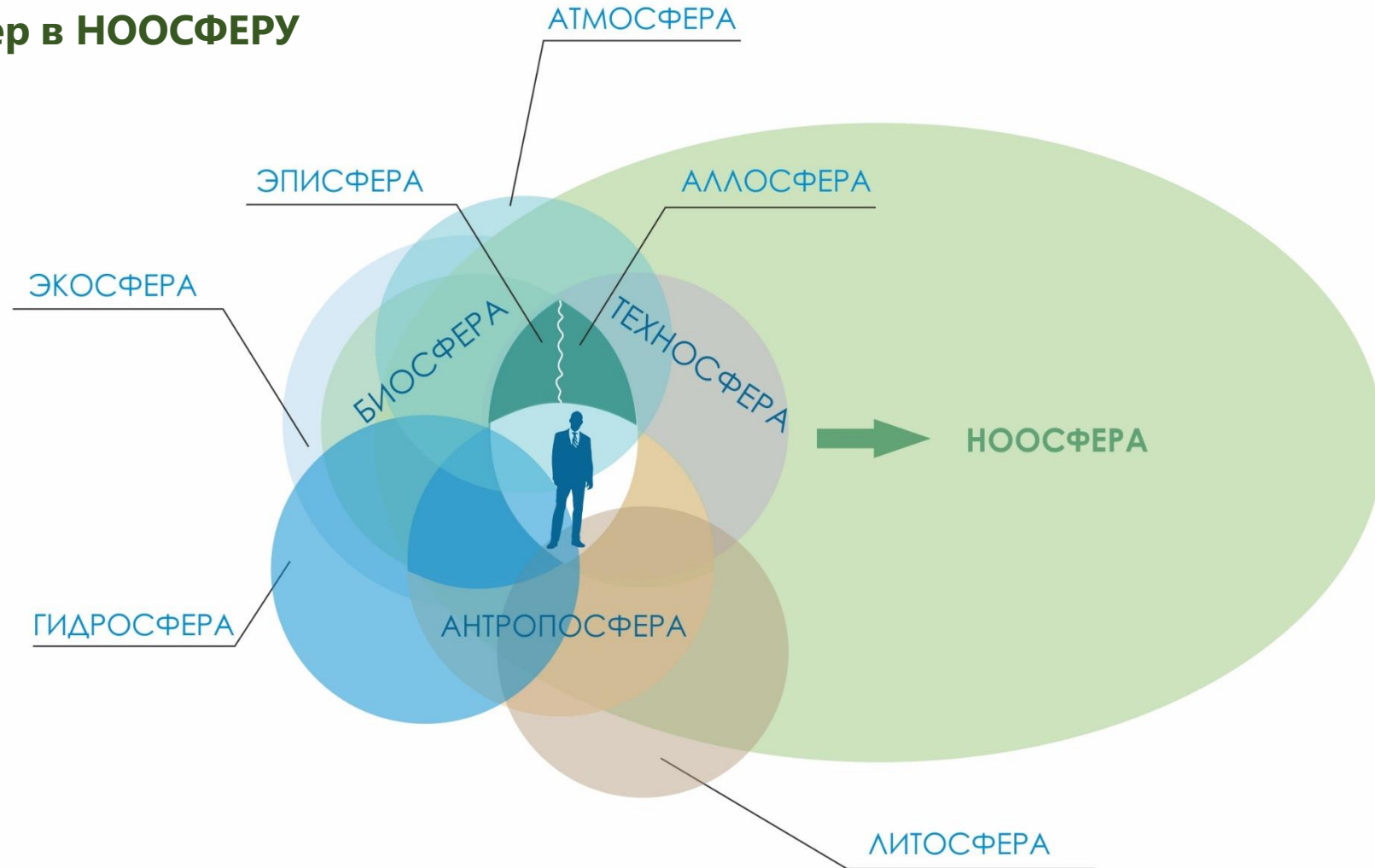


*Эдуард Зюсс  
(1831 – 1914)*

Термин «**биосфера**» был впервые использован в конце 19 века австрийским геологом Э. Зюссом, который понимал под биосферой совокупность организмов, обитающую на поверхности Земли. Связь живой и неживой природы трактовалась односторонне: отмечалась только зависимость живых организмов от физических, химических, географических и др. факторов, а обратное воздействие не учитывалось. Изменил представление о биосфере русский философ и учёный Вернадский Владимир Иванович. Он стал рассматривать биосферу как совокупность всех живых организмов вместе со средой их обитания.



## Движение геосфер в НООСФЕРУ





**Биосфера** тесно связана со всеми **геосферами**. Особые отношения у нее с экосферой, которую иногда отождествляют с биосферой, но это совсем не так: ЭКО – жилище. Биоорганизмы образуют биосферу и живут в этом жилище. Когда организмы «занимают» все жилище, то биосфера и экосфера совпадают. А что организмы **пока** не занимают, но могут занять, это и есть тот **резерв**, который отличает биосферу и экосферу. Примером может служить космос, неосвоенная гляциосфера, т. е. льды и т.п. Итак: **биосфера** – где *есть* жизнь, экосфера – где *есть* **возможная** жизнь.

Понятие биосферы связано с таким понятием как **педосфера**. Термин неблагозвучный, лучше уж почва или **почвосфера**.

***Предметом изучения экологии является биосфера и экосфера ее пребывания.***



*В.И. Вернадский*

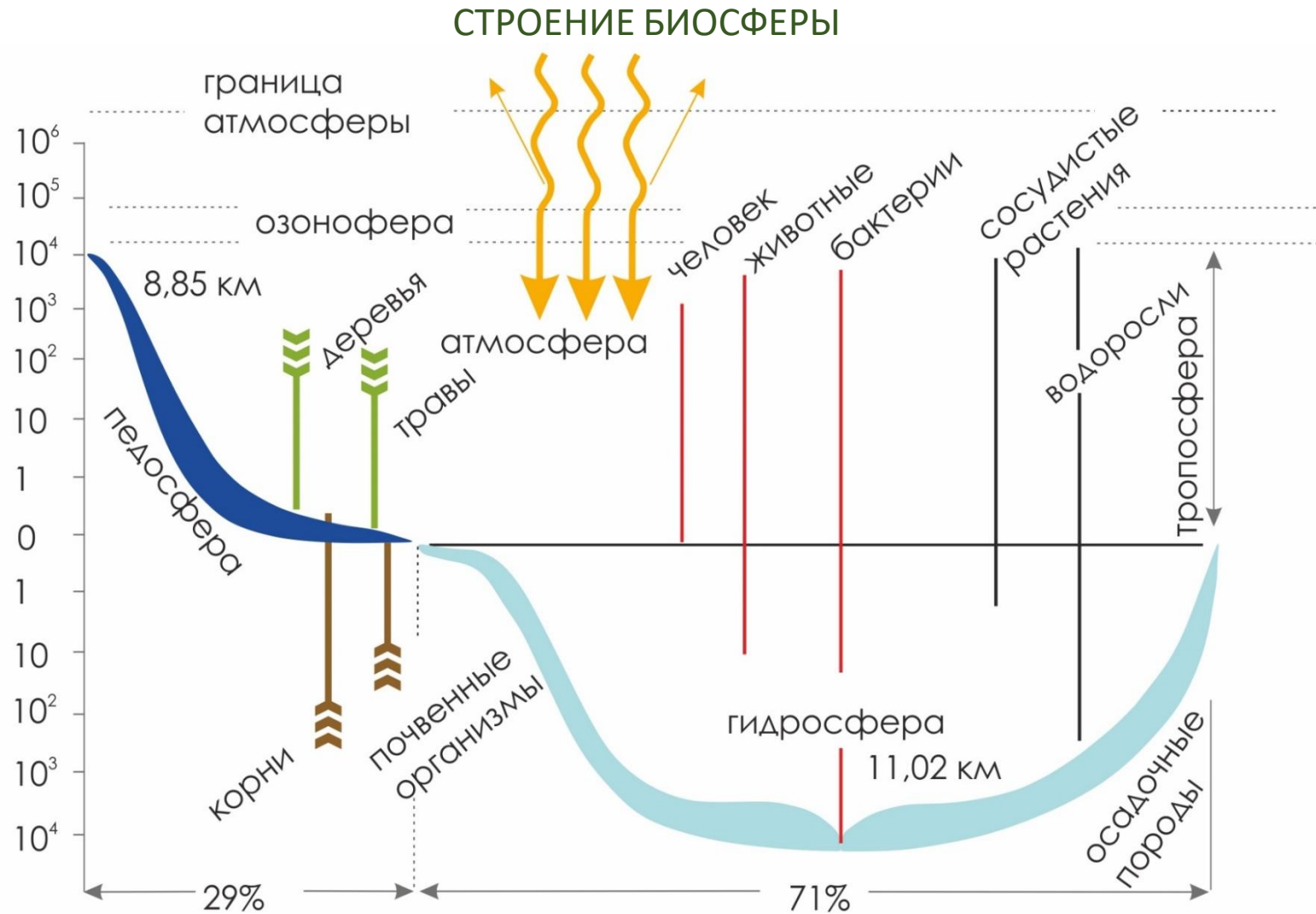
*В.И. Вернадский в своей книге «Биосфера» пишет: «Биосфера - единственная область земной коры, занятая жизнью. Только в ней, в тонком наружном слое нашей планеты, сосредоточена жизнь; в ней находятся все организмы, всегда резкой, непроходимой гранью отделенные от окружающей их косной материи. Никогда живой организм в ней не зарождается. Он, умирая, живя и разрушаясь, отдает ей свои атомы и непрерывно берет их из нее, но, охваченное жизнью, живое вещество всегда имеет свое начало в живом же.*

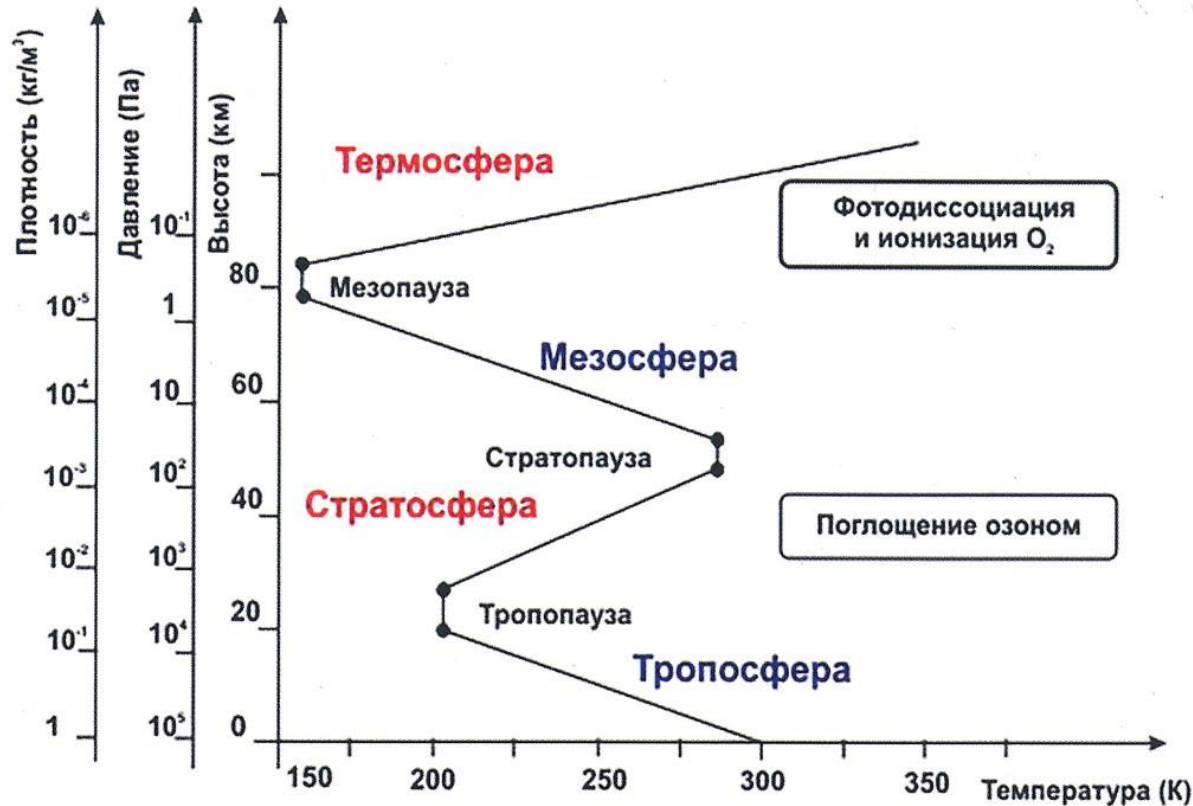
*Жизнь захватывает значительную часть атомов, составляющих материю земной поверхности. Под ее влиянием эти атомы находятся в непрерывном интенсивном движении. Из них все время создаются миллионы разнообразнейших соединений. И этот процесс длится без перерыва десятки миллионов лет, от древнейших археозойских эр до нашего времени, в основных чертах оставаясь неизменным.*



# ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БИОСФЕРЫ

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8





Атмосфера состоит из 4-х сфер. Самой нижней и самой плотной её частью является тропосфера, которая простирается до высоты 15 км. Для неё характерно снижение температуры по мере набора высоты: на 1°С на каждые 100 м подъёма. Выше до высоты 30 км располагается стратосфера, в которой содержится озоновый слой, защищающий нас от жесткого ультрафиолетового излучения (УФ-излучения) Солнца.





## Атмосфера и гидросфера находятся в постоянном взаимодействии



Современные процессы образования газов на Земле подразделяются на: биогенные ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CH}_4$  и др.); техногенные ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{SO}_2$  и др.). Важной компонентой атмосферы является водяной пар.



Среднее содержание пара и воды в атмосфере достигает  $1,3 \times 10^{15}$  т, что в переводе на слой конденсированной воды составляет 25 мм. Водяной пар в атмосфере обновляется примерно 30 раз в году.



Высокая теплоёмкость воды важна для стабилизации климата Земли. Океаны способны поглощать летом большое количество солнечного излучения без заметного глобального повышения температуры и отдавать это тепло зимой. Осенью скрытая теплота замерзания тормозит процесс установления зимы. **Таким образом, вода является регулятором температуры на Земном шаре.**



Возникшая 3,5-4,0 млрд лет назад, **современная биосфера включает живые организмы (около 3 млн видов), их остатки, зоны атмосферы, гидросферы и литосферы, населенные и видоизмененные этими организмами.**

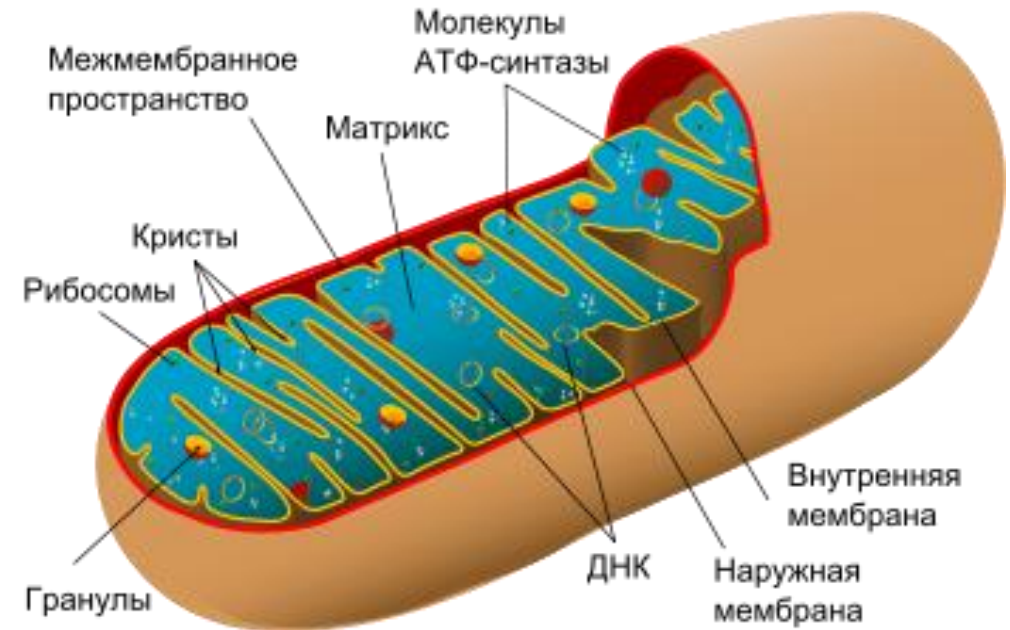
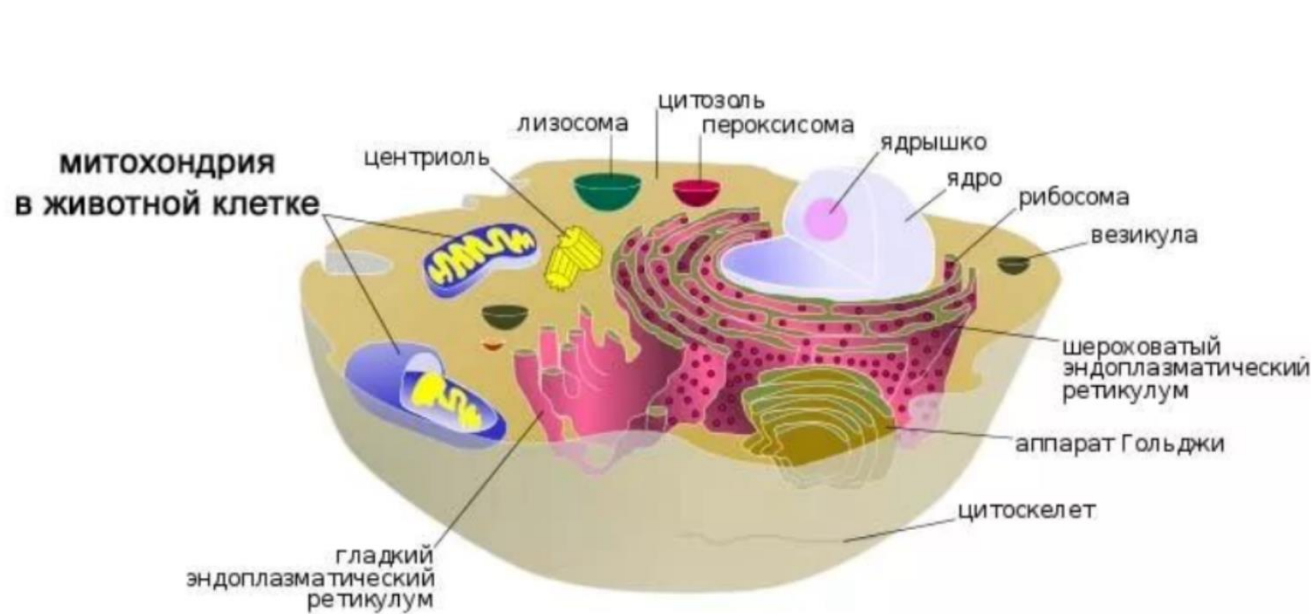
Биосфера - это та область Земли, которая охвачена влиянием живого вещества. С современных позиций биосферу рассматривают как наиболее крупную, глобальную экосистему, поддерживающую планетарный круговорот веществ.



В. И. Вернадский отмечал, что **«пределы биосферы обусловлены, прежде всего, полем существования жизни»**. На развитие жизни, а, следовательно, и границы биосферы оказывают влияние многие факторы и, прежде всего, наличие кислорода, углекислого газа, воды в ее жидкой фазе. Ограничивают область распространения жизни и слишком высокие или низкие температуры.

Понятие организованности биосферы было впервые введено В.И. Вернадским в 1931 г. Организованность биосферы – это устойчивость динамической системы, некое равновесие. Организованность проявляется на разных уровнях: биологическом; химическом; физическом; термодинамическом; энергетическом.

## Всё живое на Земле (и цветок, и соловей) сложено из клеток.





# ЖИВОЕ ВЕЩЕСТВО В БИОСФЕРЕ



1 2 3 4 5

ПОСТОЯННЫЕ КОМПОНЕНТЫ	Главные ~ 99%	H - 11% C - 18% O - 70%
	Сопутствующие ~ 1%	Na, Mg, P, S, Cl, K, Ca, N
	Следовые < 0,05	B, F, Si, Mo, Y, Mn, Fe, Co, Cu, Zn
ПЕРЕМЕННЫЕ КОМПОНЕНТЫ	Сопутствующие (побочные)	Al, Ti, V, Cr, Ni, As, Br, Rb, Sr
	Следовые	He, Li, Be, Ar, Se, Ga, Ge, Se, Y, Nb, Ag, Cd, Sn, Sb, Ba, La, W, Au, Hg, Tl, Pb, Bi, Ra, Th, V

Основная масса живого вещества сложена из 23 химических элементов. Главных из них шесть: **углерод, водород, кислород, азот, сера, фосфор**. Затем следуют элементы: **калий, натрий, литий, кальций, магний, барий, железо, никель, медь, цинк, алюминий, хлор, йод, бор, фтор**. Живая материя (живое вещество) состоит из нескольких групп биомолекул сходного строения: *белки, углеводы, липиды (жиры)*, а также лигнин высших растений. Элементный состав её компонентов заметно варьирует. **Живое вещество при всём его разнообразии физико-химически едино**, потому что имеет общие эволюционные корни. Это утверждение можно считать законом биологии. **Живое вещество является энергетическим посредником между Солнцем и Землей.**



Главной отличительной особенностью живого вещества в целом является способ использования энергии. **Живые существа - уникальные природные объекты, могущие улавливать энергию, которая приходит из Космоса преимущественно в виде солнечного света, удерживать ее в виде сложных органических соединений (биомассы), передавать друг другу, трансформировать в механическую, электрическую, тепловую и другие виды энергии.** Косные (неживые) тела не способны к столь сложным преобразованиям энергии, они преимущественно рассеивают ее: камень нагревается под действием солнечной энергии, но не может ни сойти с места, ни увеличить свою массу.

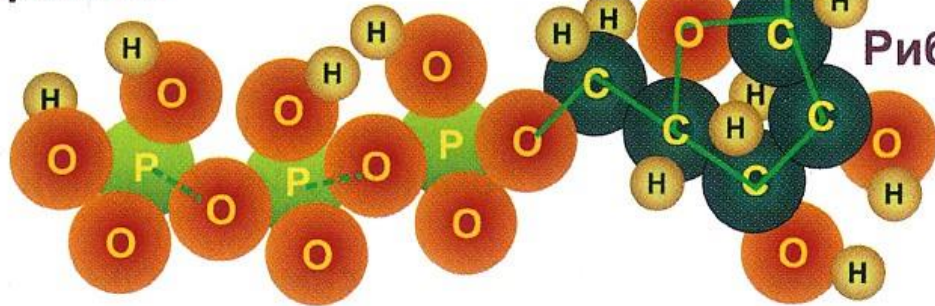
Живая оболочка планеты непрерывно поглощает не только энергию Солнца, но и идущую из недр Земли; энергия трансформируется и передается от одних организмов к другим и излучается в окружающую среду. Следует четко представлять себе, что является источниками энергии в биосфере, куда «текут» **энергетические потоки** и какова их роль в создании биомассы.



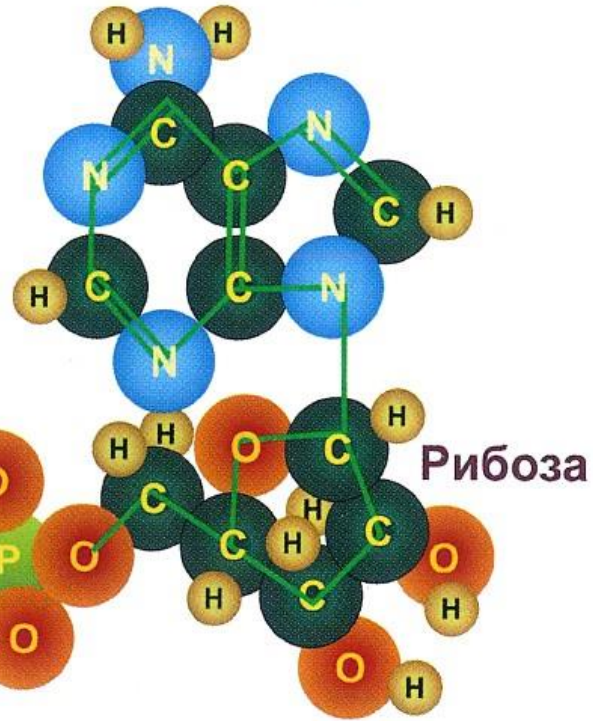
**Фотосинтез** - важнейшая составная часть жизни растений. В отличие от животных, которые используют готовые органические вещества, растения создают их сами, используя простые неорганические соединения и солнечную энергию

**Аденозинтрифосфорная кислота запасает химическую энергию**

**Трифосфатная группа**



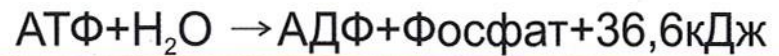
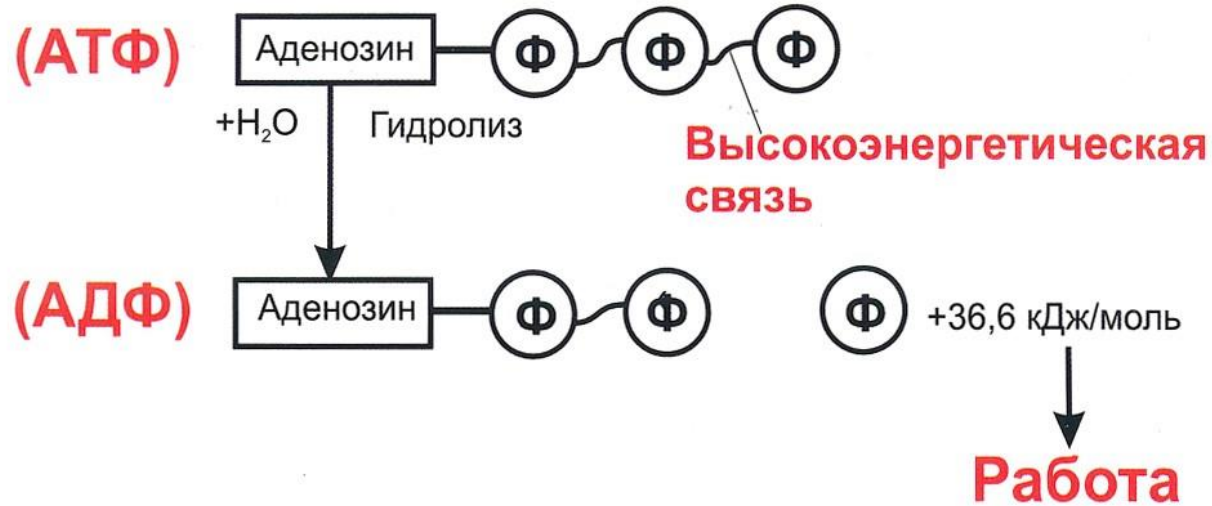
**Аденозин**



Участников фотосинтеза в зеленом листе множество: молекулы акцепторов (окислителей) и доноров (восстановителей), электроны, ферменты и источник энергии (АТФ). Наиболее важными составными частями фотосинтезирующего механизма являются: светособирающая антенна; фотохимический реакционный центр; цепь транспорта электронов; механизм сопряжения транспорт с переносом протонов и синтезом энергии.

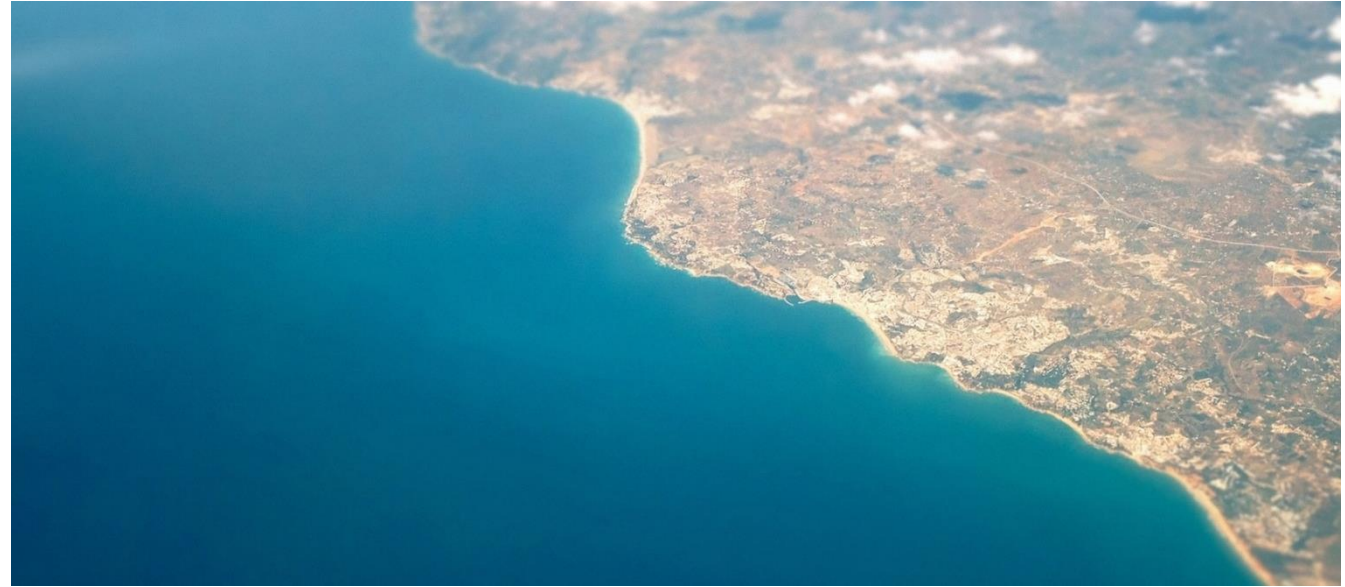
Аденозинтрифосфат (АТФ). Это энергия, добытая из внешнего источника, запасается в виде высокоэнергетических связей. Часть энергии аккумулируется в форме мембранного потенциала с помощью которого в результате ступенчатого окисления глюкозы образуют АТФ.





Реакция гидролиза АТФ до аденозиндифосфата (АДФ) в клетках протекает как экзотермическая реакция  $АТФ + H_2O \rightarrow АДФ + H_3PO_4 + 36,6 \text{ кДж/моль}$ . Эта реакция (рис. 2.7) является главным источником энергии для протекания всех биохимических реакций, которые идут против градиента термодинамического потенциала.

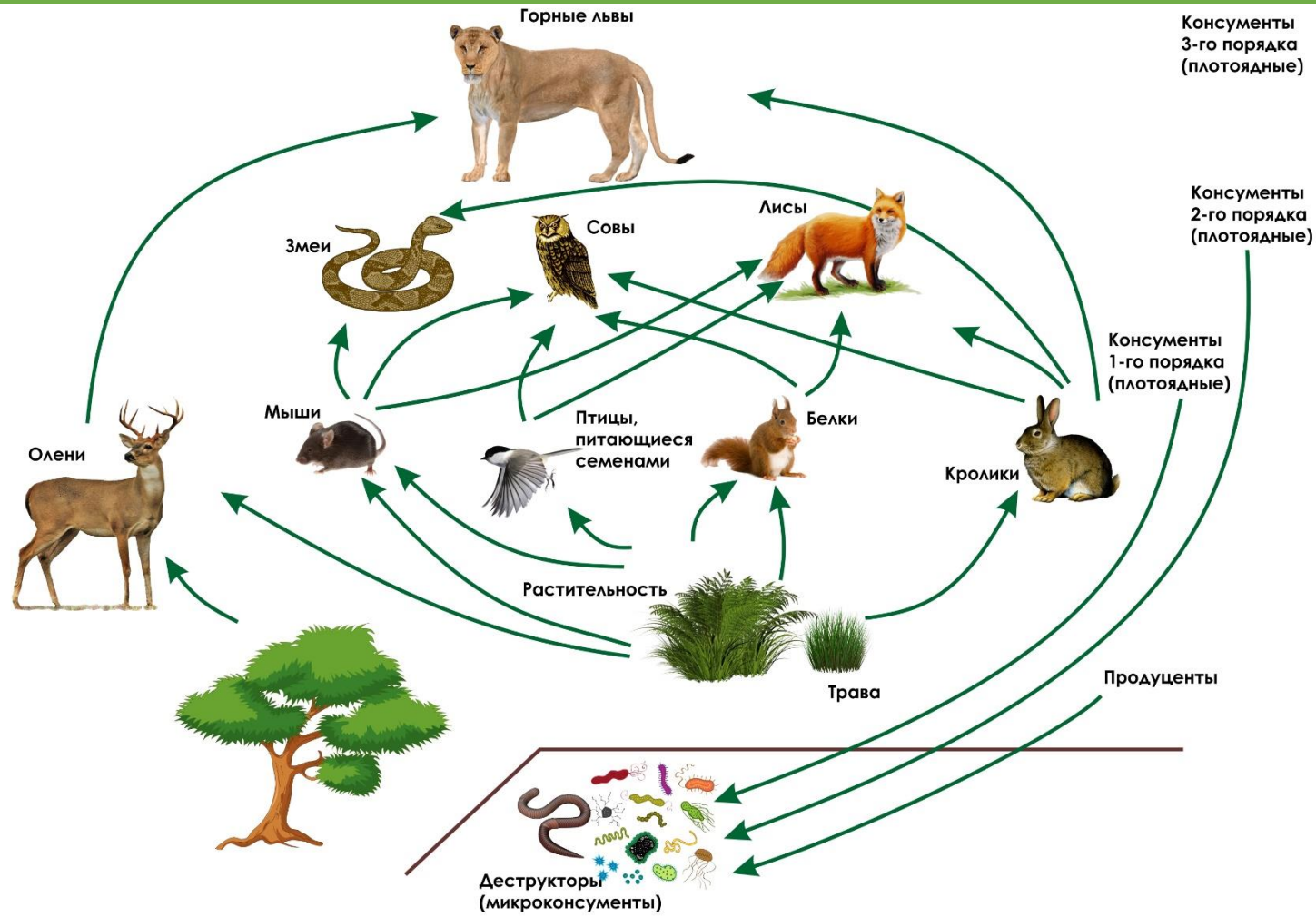
**Продуктивность биосферы.** Современная биомасса Земли составляет примерно  $1,841 \cdot 10^{12}$  т. При этом на биомассу суши приходится около  $1,837 \cdot 10^{12}$  т, Мирового океана -  $3,9 \cdot 10^9$  т. Это связано с меньшей эффективностью фотосинтеза, так как использование лучистой энергии Солнца на площади океана равно 0,04 %, на суше - 0,1 %. Зеленые растения в биомассе суши составляют 99 %, животные и микроорганизмы - 1%. Биомасса на суше распределена неравномерно и возрастает от полюсов к экватору, так же возрастает видовое разнообразие.



Биомасса Мирового океана почти в 1000 раз меньше суши, хотя его поверхность занимает 72,2 % всей поверхности Земли. Однако удельная продуктивность океанических биоценозов настолько высока, что ничтожная по сравнению с сушей фитомасса океанов создает ежегодно чистую продукцию, сопоставимую с чистой продукцией на суше.

# ПОТОКИ ЭНЕРГИИ И ВЕЩЕСТВ

1 2 3 4 5 6

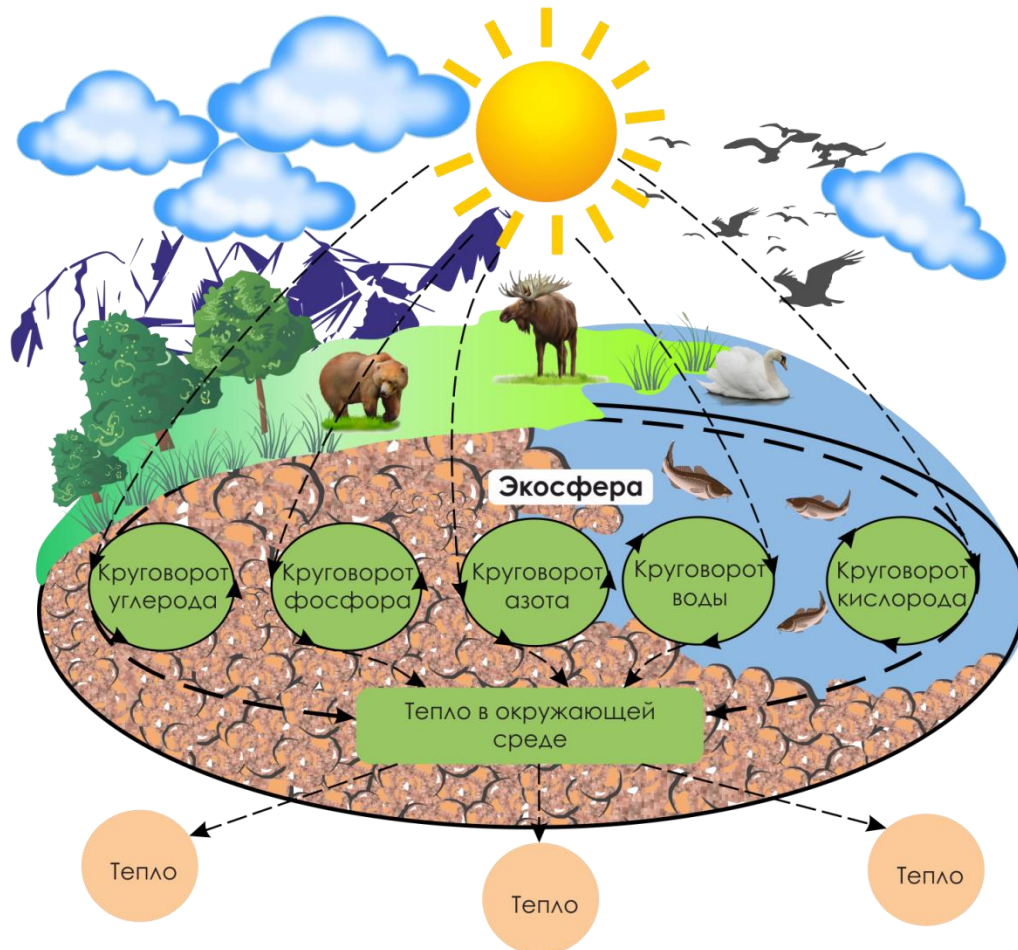


**В ПРИРОДЕ НЕТ ОТХОДОВ!**



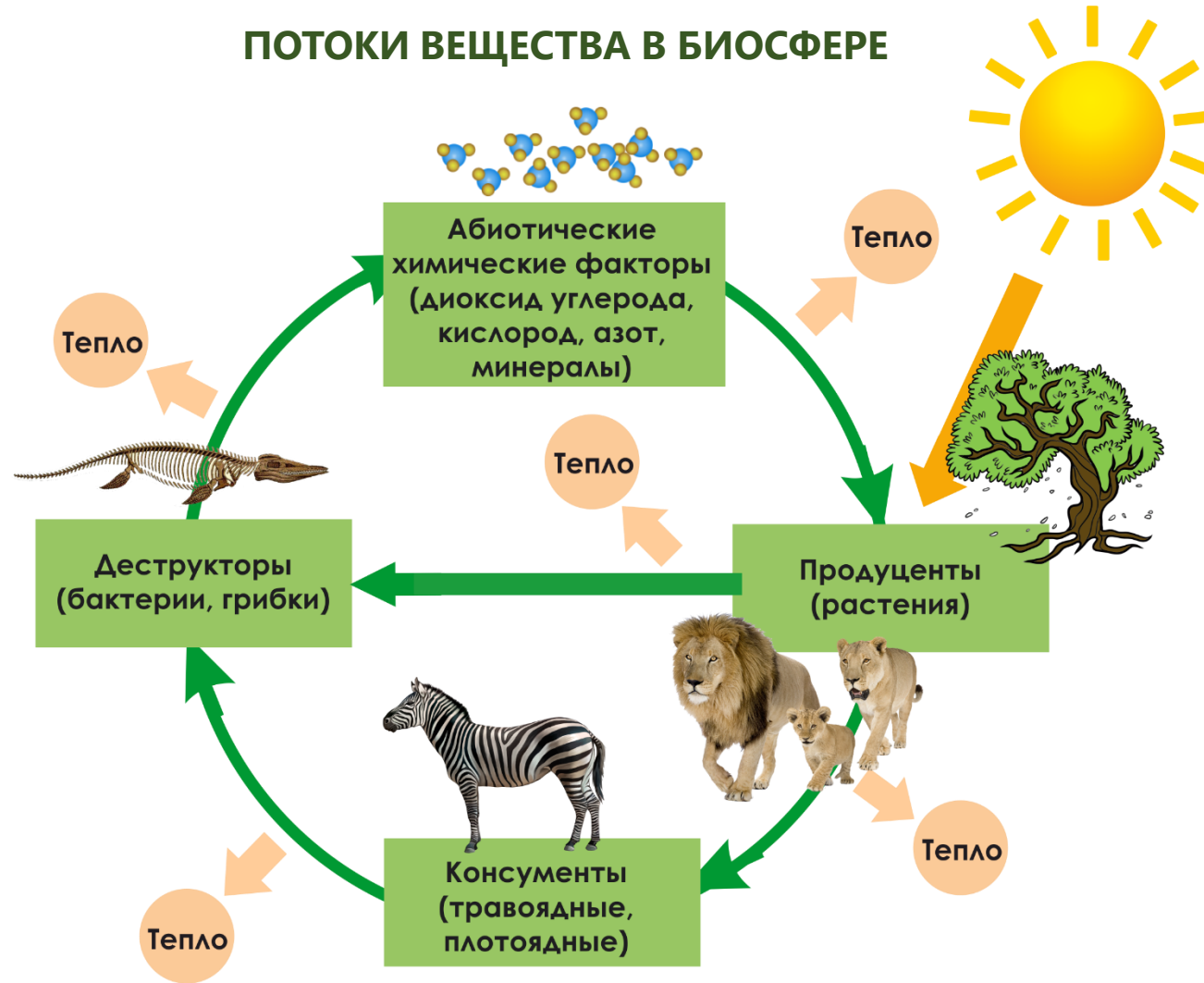
**Редуценты (детритофаги и деструкторы), питающиеся органикой поваленного дерева.**

## ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ БИОТИЧЕСКОГО КРУГОВОРОТА



В экосистемах за счет переноса вещества и энергии все химические элементы, из которых построены организмы, многократно используются в биосфере. Живое вещество рождается, изменяется и умирает, обеспечивая тем самым **биогеохимический круговорот** вещества и энергии.

## ПОТОКИ ВЕЩЕСТВА В БИОСФЕРЕ

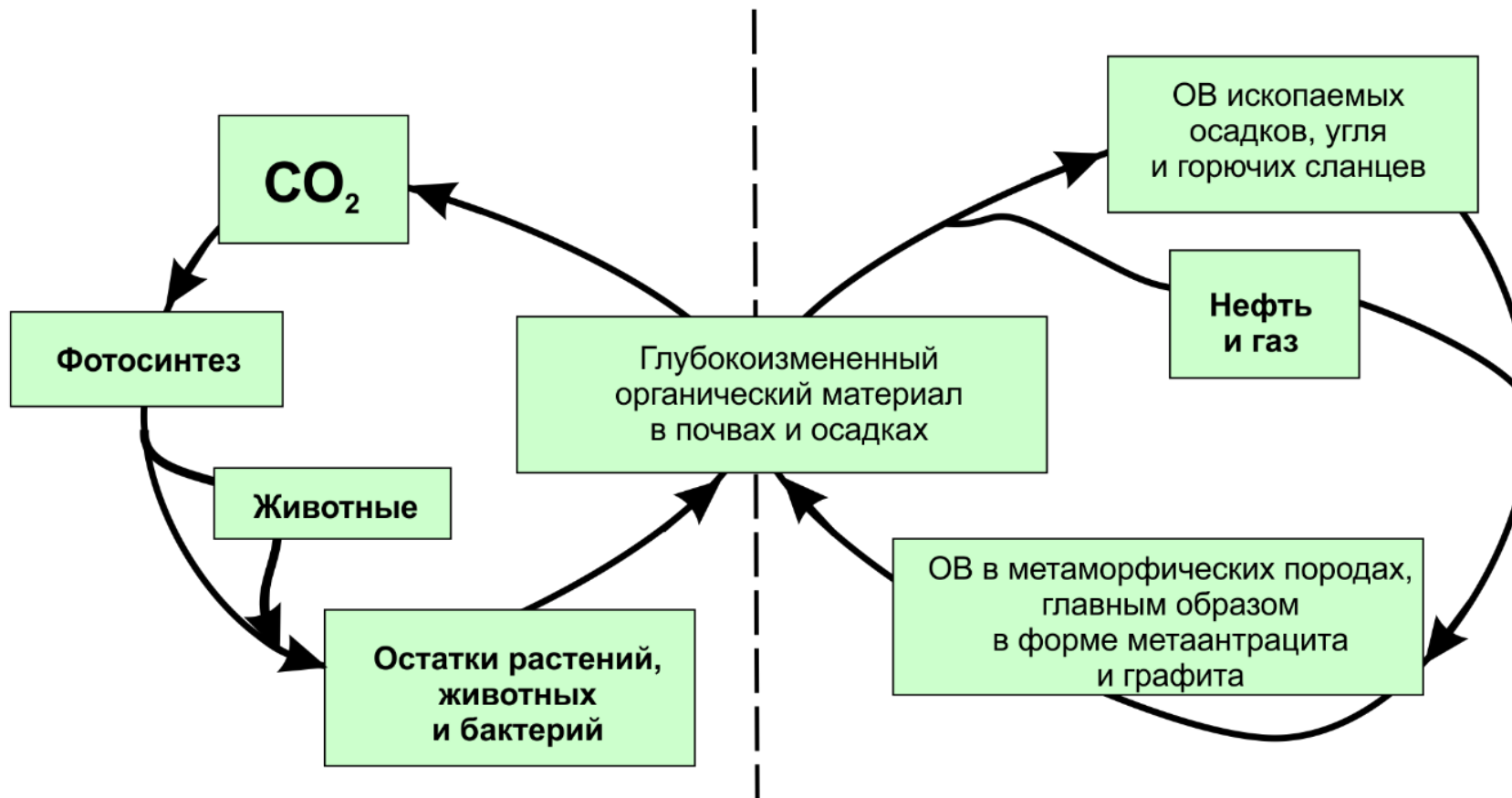


## Компоненты экосистемы поля



# БИОХИМИЧЕСКИЙ ЦИКЛ УГЛЕРОДА

1 2 3



**Малый цикл**  
(дни-тыс.лет)

**Большой цикл**  
(млн лет)





# БИОХИМИЧЕСКИЙ ЦИКЛ УГЛЕРОДА



1 2 3



Хранителями углерода являются также живая биомасса, гумус, карбонатные осадочные породы, горючие полезные ископаемые. В почве имеется значительное количество неживого органического вещества: разложившиеся растительные остатки - около 200 млрд т, скопления торфа - 500 млрд т и почвенный гумус. Примерно за 1000 лет в почве за счёт отмирающих продуктов фотосинтеза и образования гумусовых веществ связывается масса углерода, содержащаяся в атмосфере.



**Биогенная миграция химических элементов создала современную глобальную экосистему. За миллионы лет растения поглотили огромное количество  $\text{CO}_2$  и одновременно обогатили атмосферу кислородом.** Скелеты беспозвоночных образовали такие осадочные породы, как известняк и мел, растительные осадки образовали каменный уголь и нефть. Биогенное происхождение имеет и почва.



# БИОХИМИЧЕСКИЙ ЦИКЛ УГЛЕРОДА



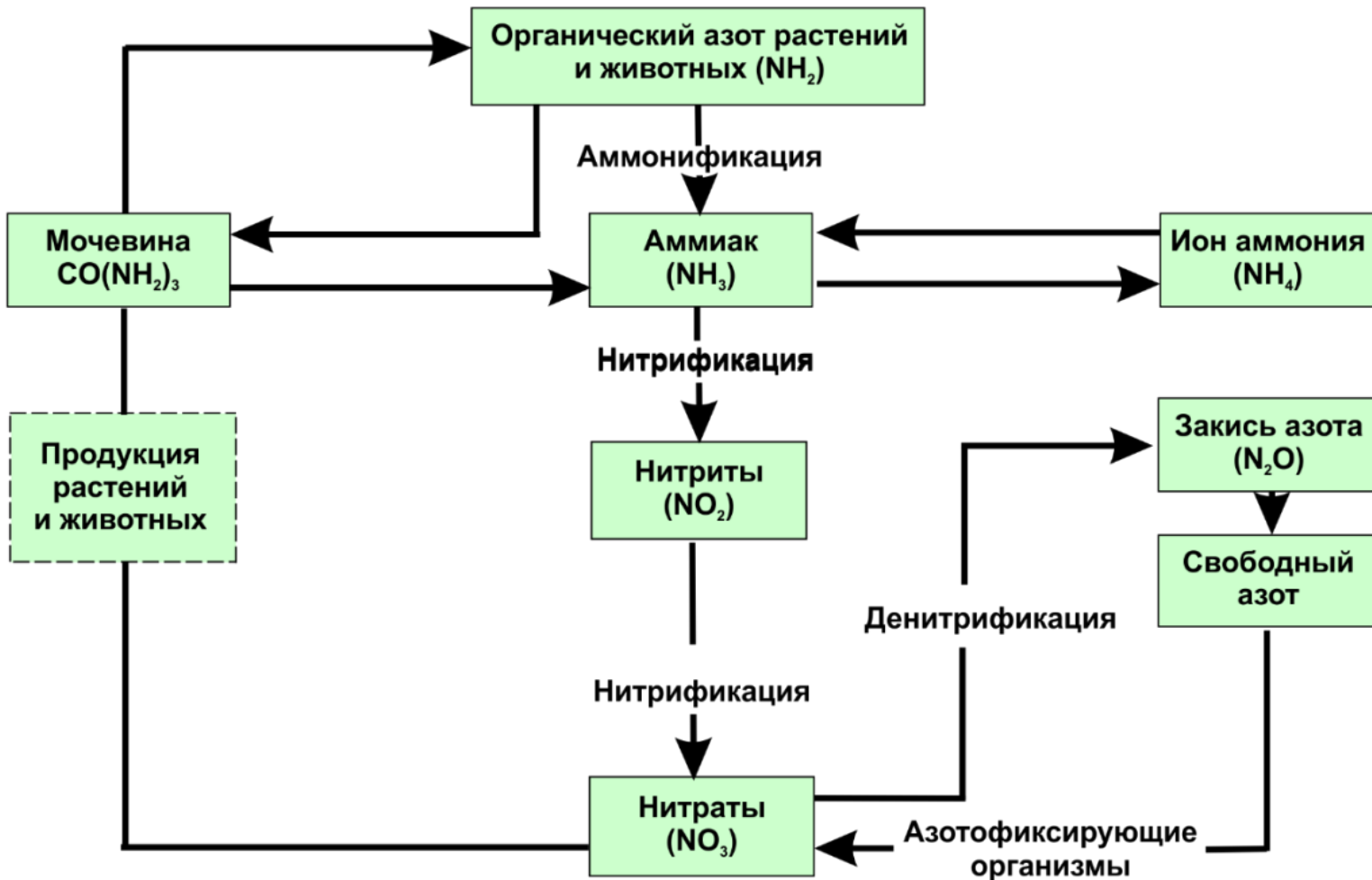
1 2 3

ОБОЛОЧКА	Масса, $\times 10^{18}$ т	$\text{CO}_2$ , $\times 10^{15}$ т	$\text{C}_k$ , $\times 10^{15}$ т	$\text{C}_{\text{орг}}$ , $\times 10^{15}$ т
Земная кора в целом	28,46	409	108	20
Осадочная оболочка	2,4	297	81	15

В осадочных породах углерод присутствует в виде карбонатов (до 80%) и органического вещества (до 20%), и находится как в рассеянной форме, так и в концентрированной, включая залежи горючих полезных ископаемых.

В гидросфере более 90% углерода представлено в карбонатной форме, около 9% - в виде растворённого органического вещества. Углерод также найден в метеоритах, обнаружен в кометах и в атмосферах других планет в форме  $\text{CO}_2$  и в виде органических соединений  $\text{CH}$ ,  $\text{CN}$ ,  $\text{CS}_2$  и более сложных.

## Биогеохимический цикл азота



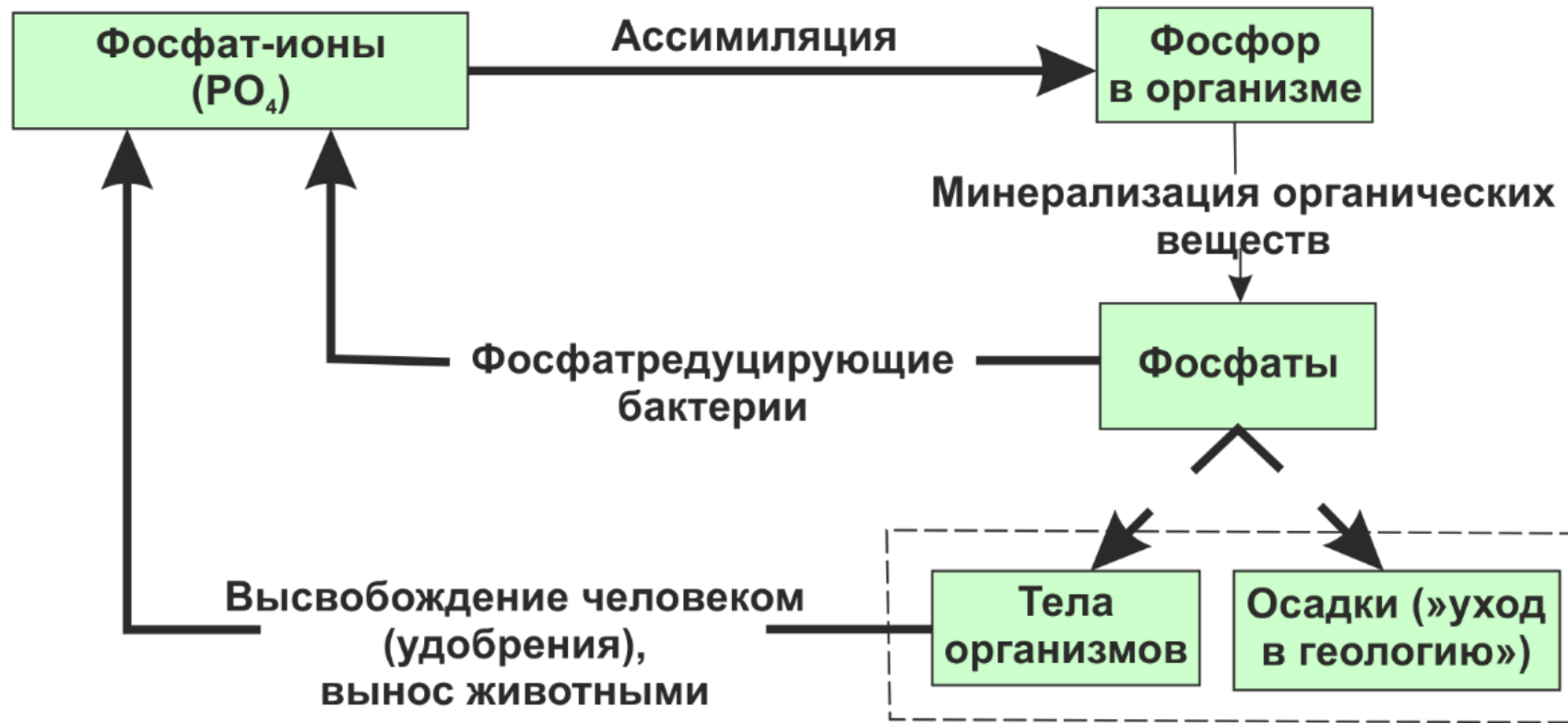
В атмосфере сосредоточено около 80% азота, поступление которого явилось результатом дегазации верхней мантии и вулканических извержений. Газообразный азот ни растениями, ни людьми не может использоваться непосредственно. Большинству зеленых растений требуется азот в форме нитрат-ионов ( $\text{NO}_3$ ) и ионов аммония ( $\text{NH}_4^+$ ).



**Круговорот фосфора** в природе отличается от циклов других элементов, так как газовая форма соединений фосфора (например,  $\text{PH}_3$ ) не участвует в биогеохимическом цикле фосфора. Фосфор в виде фосфатных ионов ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) и ( $\text{HPO}_4^{2-}$ ) является важным питательным элементом для растений и животных.

Он входит в молекулы ДНК, несущих генетическую информацию, молекул АТФ и АДФ, запасующих необходимую для клеточного дыхания химическую энергию. Фосфор также входит в молекулы жиров, образующих клеточные мембраны, и в состав костей и зубов животных.

## Биогеохимический цикл фосфора





# БИОХИМИЧЕСКИЙ ЦИКЛ СЕРЫ

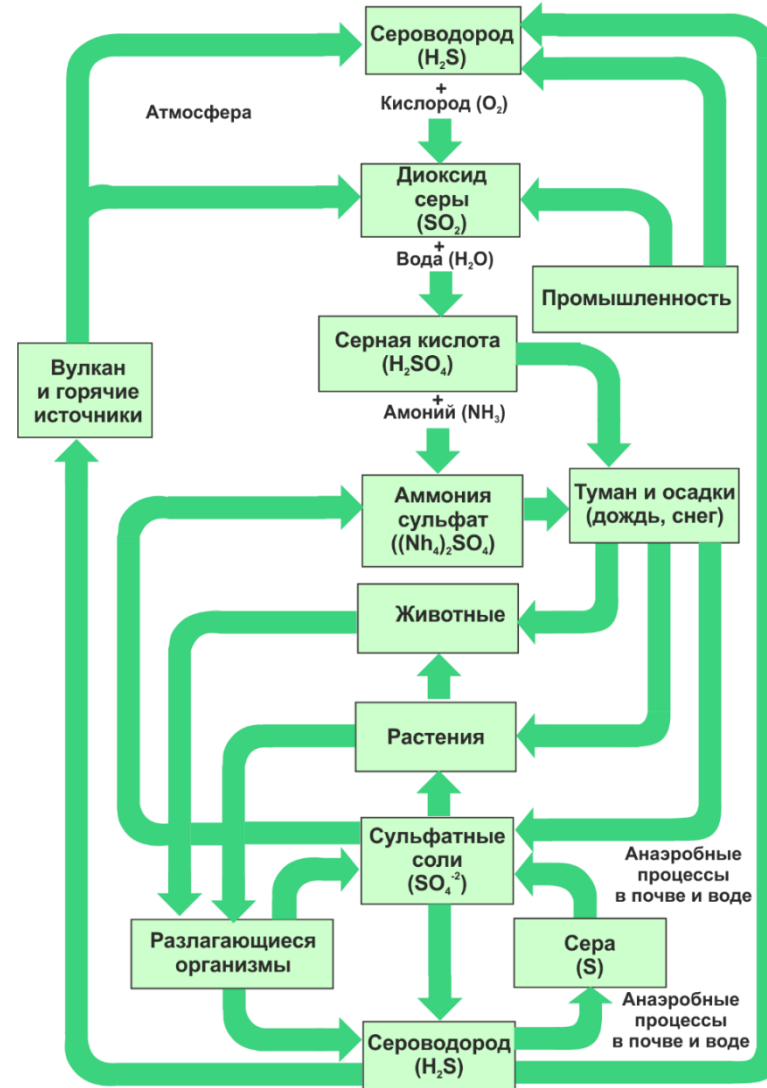


1 2

Сера является одним из элементов, играющих важную роль в круговороте веществ биосферы. Сера определяет важные биохимические процессы живой клетки, является компонентом питания растений и микрофлоры. Соединения серы участвуют в формировании химического состава почвы, в значительных количествах находится в подземных водах. Сера циркулирует в экосфере в виде различных соединений.

Из природных источников сера попадает в атмосферу в виде сероводорода – ядовитого газа – при извержении вулканов, при разложении органики в болотах, а также в виде диоксида серы при извержении вулканов. Подавляющая часть соединений серы попадает в атмосферу в результате технологических процессов (переработка нефти, выплавка металлов).

Промышленные процессы и перевозка уносят в атмосферу большое количество серы. Присутствие в воздухе диоксида серы поражает как высшие растения, так и лишайники. Биогеохимический цикл серы состоит из четырех стадий.



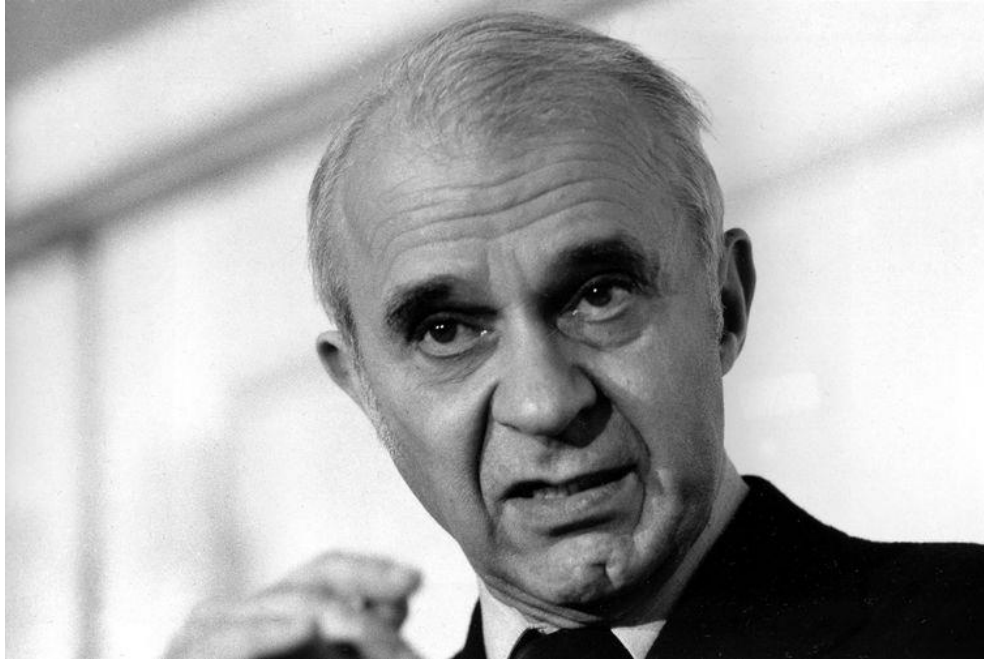
## Устойчивое развитие

**Баланс** – система показателей, которые характеризуют соотношение или равновесие в каком-либо постоянно изменяющемся явлении.

Роль балансов в нашей жизни и существование всего живого можно оценить, рассмотрев их роль в устойчивом развитии в целом. Схема устойчивого развития хорошо известна.







*В.В. Леонтьев – экономист,  
Нобелевский лауреат  
(1906-1999)*

Нарушение баланса приводит к каким-либо явлениям: социальным, экономическим, экологическим. Экономика определяет всю нашу жизнь. Балансы в экономике, от балансов домашнего хозяйства до глобального баланса экономического мира, являются основой жизни каждого человека и каждого государства. Нарушение балансов в социальной и экономических сферах вызывает конфликты и войны, в экологической сфере рождают экологические проблемы. Глобальное нарушение балансов создает глобальные экологические проблемы.

Великий русский экономист В.В. Леонтьев стал лауреатом нобелевской премии за метод межотраслевых балансов. Он «внедрил» в капитализм планирование и капитализм победил. Япония использовала его первой. Результат налицо. Дэн Сяопин пошел дальше и внедрил этот «плановый капитализм» в коммунизм. Это лишь один пример показывающий глобальную роль балансов.

Другой пример, непосредственно касающийся каждого человека – это продолжительность жизни.

Леонтьев В.В. часто задавался вопросом, какое общество и какую экономику хотят построить на руинах коммунизма и всеобщей централизации?

## Другой пример – продолжительность жизни

### РЕКОРДСМЕНЫ



Морской еж - 200 лет



Окунь - 205 лет



Исландская циприна - 400 лет



Арктическая морская губка - 23 000 лет

Продолжительность жизни фауны в биосфере



Продолжительность жизни людей

**Дисбаланс – СМЕРТЬ. НООСБАЛАНС – жизнь до 100-120 лет**



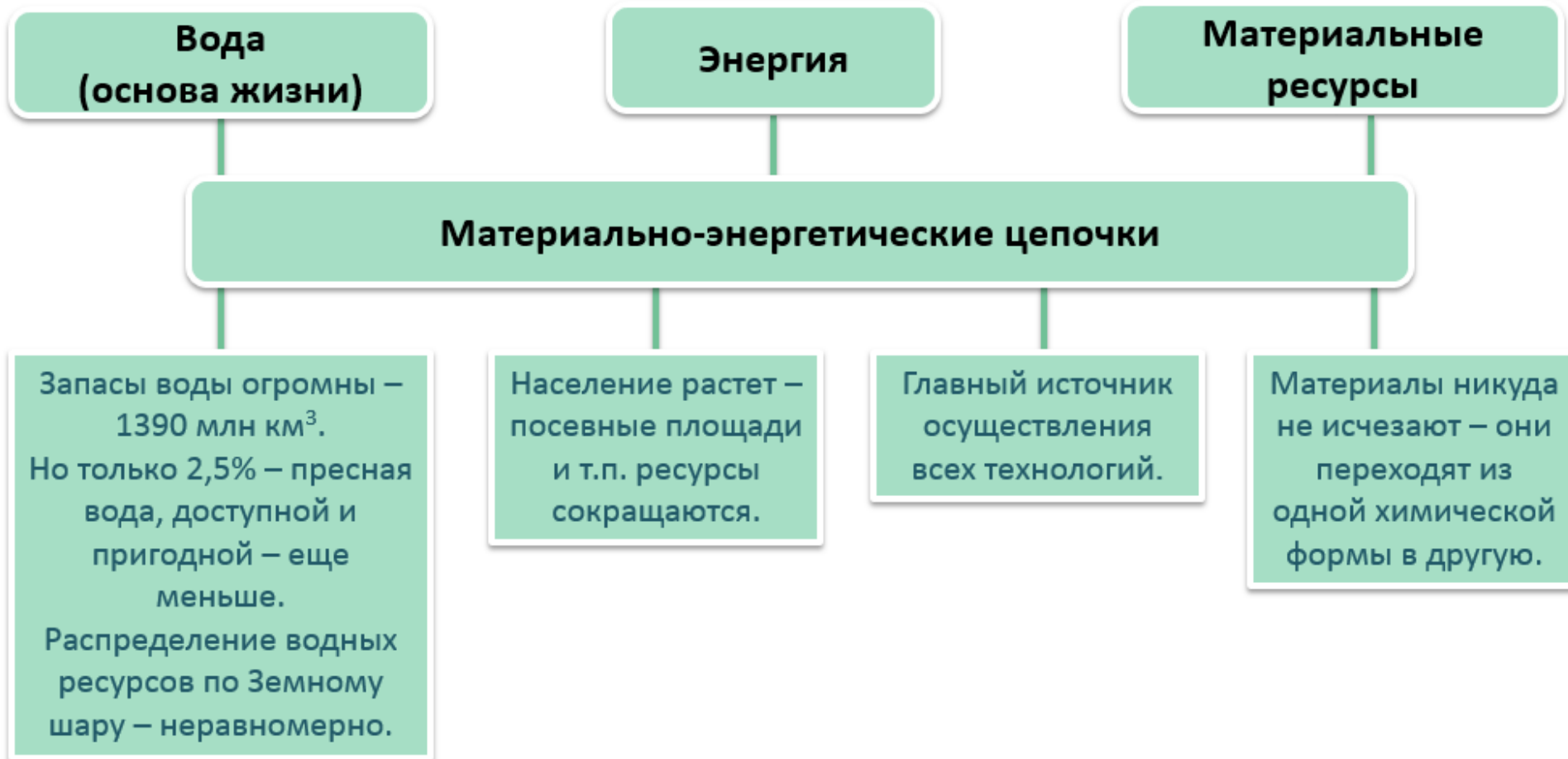
Все глобальные экологические проблемы – есть следствие нарушения **экологических балансов**:

- ❖ Глобальные изменения климата – нарушение баланса углерода;
- ❖ Загрязнение геосфер – нарушение баланса вредного воздействия и возможности природы к восстановлению.

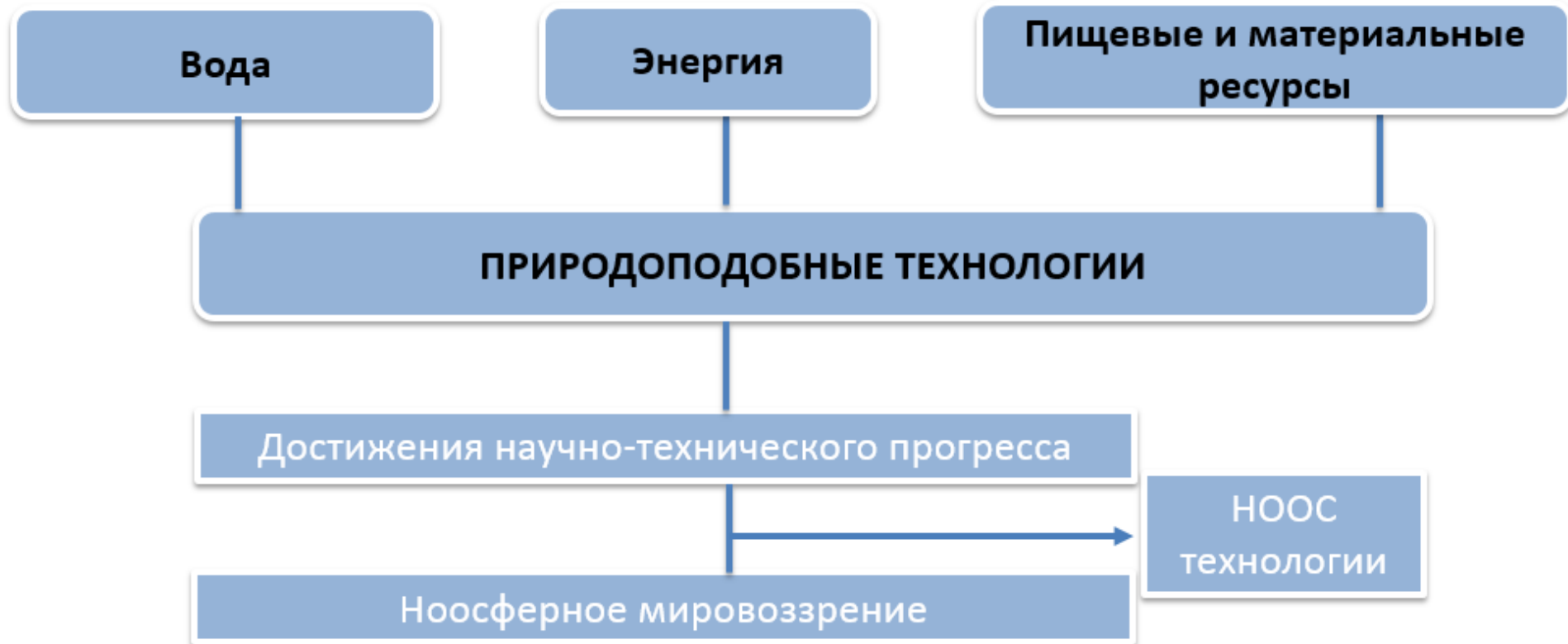


Самовосстановление или саморегуляция в природе является важнейшей составляющей в экологии всего живого. И в связи с этим очень важно понятие – ГОМЕОСТАЗ.

- 1. Гомеостаз** (др.-греч. ὁμοιοστάσις от ὁμοιος «одинаковый, подобный» + στάσις «стояние; неподвижность») — саморегуляция, способность открытой системы сохранять постоянство своего внутреннего состояния посредством скоординированных реакций, направленных на поддержание динамического равновесия. Стремление системы воспроизводить себя, восстанавливать утраченное равновесие, преодолевать сопротивление внешней среды.
2. Термин «гомеостаз» чаще всего применяется в биологии. Многоклеточным организмам для существования необходимо сохранять постоянство внутренней среды. Этот принцип применим в экологии. **Если система неспособна восстановить свой баланс, она может в итоге перестать функционировать, то есть приведет к разрушению, смерти.**



Нообаланс ресурсов



Связь нообалансов с НТП



## СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

**В.А. Грачев,**

Председатель Центрального совета ВООП, председатель Научного совета Президиума РАН по глобальным экологическим проблемам, научный руководитель Центра глобальной экологии факультета глобальных процессов МГУ имени М.В. Ломоносова, заведующий кафедрой ЮНЕСКО, Почетный член Парламентской Ассамблеи Совета Европы, президент Неправительственного экологического фонда имени В.И. Вернадского, президент Российской экологической академии

[vagrachev@gmail.com](mailto:vagrachev@gmail.com)