

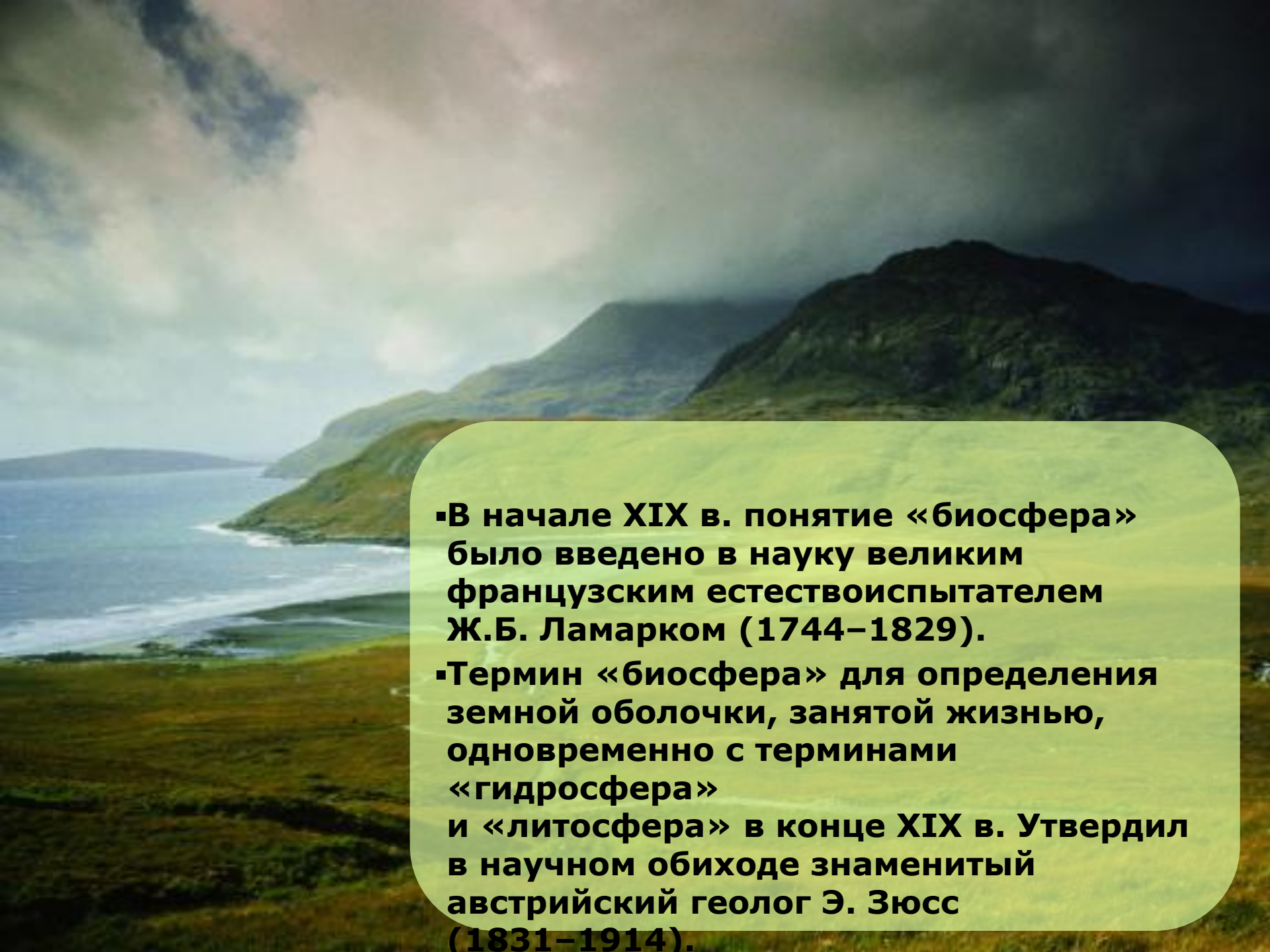
Урок экологии

Биосфера как глобальная экосистема



[Начать](#)



- 
- В начале XIX в. понятие «биосфера» было введено в науку великим французским естествоиспытателем Ж.Б. Ламарком (1744–1829).
 - Термин «биосфера» для определения земной оболочки, занятой жизнью, одновременно с терминами «гидросфера» и «литосфера» в конце XIX в. Утвердил в научном обиходе знаменитый австрийский геолог Э. Зюсс (1831–1914).



Понятие биосферы

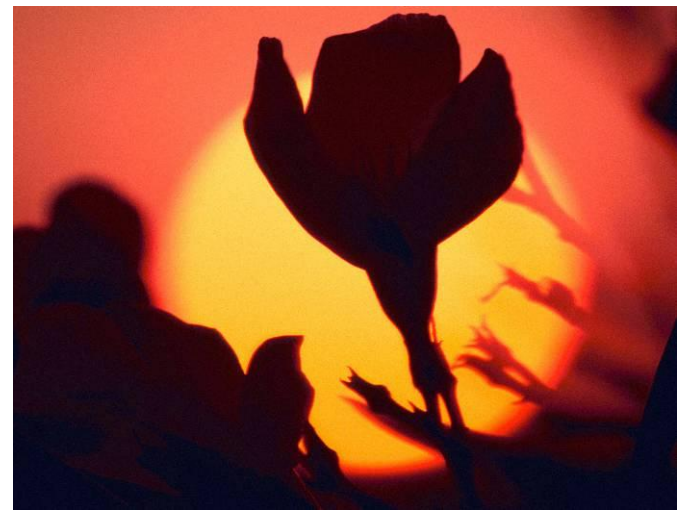
Зюсс писал: *«Одно кажется чужеродным на этом большом, состоящем из сфер небесном теле, а именно – органическая жизнь... На поверхности материалов можно выделить самостоятельную биосферу...»* Создав новый термин, которому было суждено такое блестящее будущее, **Зюсс** не дал ему научного определения. Автор современного учения о биосфере **В. И. Вернадский** (1863–1945) стал употреблять термин «биосфера» с 1911 г., но впервые дал его определение в 1923 г. и с тех пор не менее 15 раз его уточнял, подчеркивая, что биосфера – это *«особая охваченная жизнью оболочка»* Земли – область распространения живого вещества на планете.





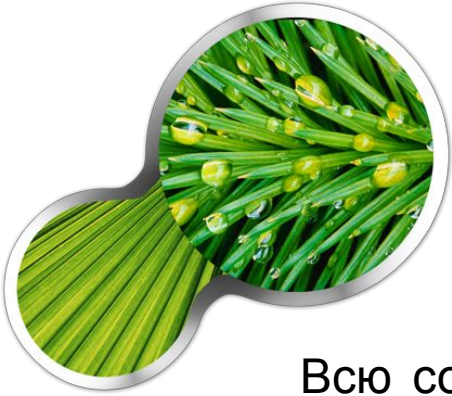
Понятие биосферы

Биосферой В.И. Вернадский назвал ту область нашей планеты, в которой существует или когда-либо существовала жизнь и которая постоянно подвергается или подвергалась воздействию живых организмов (верхняя часть литосферы, гидро- и тропосфера). Ту часть биосферы, где живые организмы встречаются в настоящее время, обычно называют **современной биосферой** или **необиосферой**, а древние биосферы относят к **палеобиосферам**, или былым биосферам.



БИОСФЕРА КАК ГЛОБАЛЬНАЯ ЭКОСИСТЕМА





Что называется **живым веществом**?

Всю совокупность организмов на планете В.И. Вернадский назвал **живым веществом**, рассматривая в качестве его основных характеристик **суммарную массу, химический состав и энергию**.

Закон константности, сформулированный В.И. Вернадским, гласит:

Количество живого вещества биосферы (для данного геологического периода) есть величина постоянная (константа).

Общий вес живого вещества оценивается величиной $1,8-2,5 \cdot 10^{12}$ т (в сухом весе) и составляет лишь незначительную часть массы биосферы ($3 \cdot 10^{18}$ т). Если живое вещество равномерно распределить по поверхности нашей планеты, то оно покроет ее слоем толщиной только в 2 см.



БИОМАССА ОРГАНИЗМОВ ЗЕМЛИ

(по Н. И. Базилевич и др.)

Среда	Группа организмов	Масса (10^{12} т)	Соотношение (%)
КОНТИНЕНТЫ	Земные растения	2,40	99,2
	Животные и микроорганизмы	0,02	0,8
	ИТОГО:	2,42	100,0
ОКЕАНЫ	Земные растения	0,0002	6,3
	Животные и микроорганизмы	0,0030	93,7
	ИТОГО:	0,0032	100,0
БИОМАССА ОРГАНИЗМОВ ЗЕМЛИ		2,4232	—



Закон необходимого разнообразия

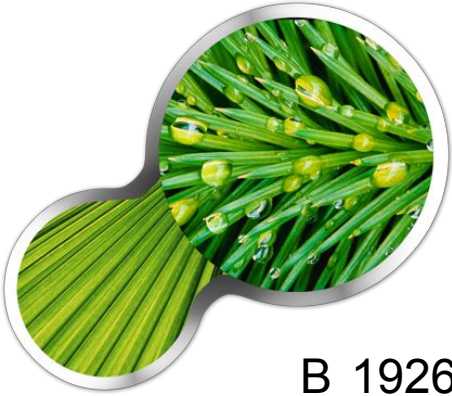
Биосфера Земли представляет собой глобальную открытую систему со своими «входом» и «выходом». Ее «вход» – это поток солнечной энергии, поступающей из космоса, «выход» – те образованные в процессе жизнедеятельности организмов вещества, которые в силу каких-либо причин ускользнули из биотического круговорота. Образно говоря, это выход в «геологию». На языке современной науки биосферу называют саморегулируемой кибернетической системой, обладающей свойствами гомеостаза. Согласно **закону необходимого разнообразия Эшби**, кибернетическая система только тогда обладает устойчивостью для стабилизации внешних и внутренних факторов, когда она имеет достаточное внутреннее разнообразие.



**Жизнь не является... внешним случайным явлением
Земной поверхности. Она теснейшим образом связана
со строением земной коры, входит в ее механизм
и в этом механизме исполняет величайшей важности
функции, без которых она не могла бы существовать.**

В. И. Вернадский





Биосфера и ее границы

В 1926 г. В.И. Вернадский впервые поставил вопрос о границах биосферы; он вернулся к нему в специальной статье **«О пределах биосферы»** в 1937 г. Однако вопрос, как тогда, так и сейчас, не имеет однозначного ответа. Какие же физико-химические условия наиболее благоприятны для существования жизни?

- Достаточное количество углекислого газа и кислорода.
- Достаточное количество воды (причем обязательно – в жидком состоянии).
- Температурный режим, исключая как слишком высокие температуры (вызывающие свертывание белков), так и слишком низкие (прекращающие работу ферментов).
- Наличие «прожиточного минимума» элементов минерального питания.
- Определенная соленость водной среды.

Современная жизнь распространена в верхней части земной коры (литосфере), нижних слоях атмосферы Земли (тропосфере) и в водной оболочке Земли (гидросфере).



Границы существования живых организмов в литосфере, атмосфере, гидросфере

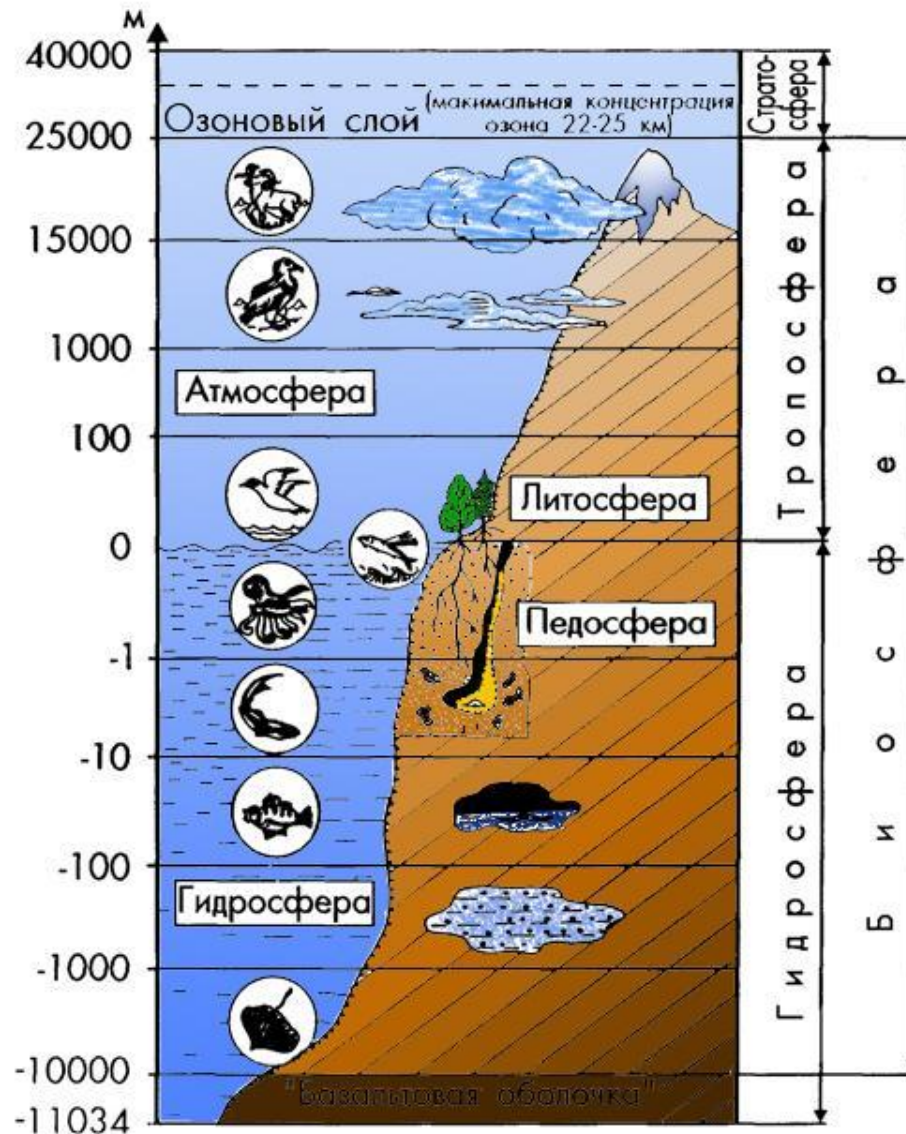
В литосфере жизнь ограничивает прежде всего температура горных пород и подземных вод, которая постепенно возрастает с глубиной и на уровне 1,5–15 км превышает $+100^{\circ}\text{C}$. Самая большая глубина, на которой в породах земной коры были обнаружены бактерии, составляет 4 км. В нефтяных месторождениях на глубине 2–2,5 км бактерии регистрируются в значительном количестве.

В океане жизнь распространена до более значительных глубин и встречается даже на дне океанических впадин глубиной 10–11 км. Верхняя граница жизни в атмосфере определяется нарастанием с высотой ультрафиолетовой радиации.

Озоновый слой поглощает большую часть ультрафиолетового излучения Солнца на высоте 22–25 км. Все живое, поднимающееся выше защитного слоя озона, погибает. Споры бактерий и грибов обнаруживают до высоты 20–22 км, но основная часть аэропланктона сосредоточена в слое до 1–1,5 км. В горах граница распространения наземной жизни проходит на высоте около 6 км над уровнем моря.

СТРУКТУРА БИОСФЕРЫ И ЕЕ ГРАНИЦЫ

(по Г. В. Войткевичу и В. А. Вронскому)





Основные специфические свойства живого вещества

С точки зрения современной науки, живое вещество обладает некоторыми специфическими свойствами и выполняет в биосфере определенные биогеохимические функции.

Специфические свойства и особенности живого вещества:

- Живое вещество биосферы характеризуется большим запасом энергии.
- Резкое различие между живым и неживым веществом наблюдается в скорости протекания химических реакций (в живом веществе реакции идут в тысячи, а иногда в миллионы раз быстрее).
- Отличительной особенностью живого вещества является то, что слагающие его индивидуальные химические соединения – белки, ферменты и др. – устойчивы только в живых организмах.





Основные специфические свойства живого вещества

- Произвольное движение, в значительной степени саморегулируемое, является общим признаком всякого живого вещества в биосфере.
- Живое вещество обнаруживает значительно большее морфологическое и химическое разнообразие, чем неживое. Известно свыше 2 млн. органических соединений, входящих в состав живого вещества, в то время, как количество природных соединений (минералов) неживого вещества составляет около 2 тыс., т.е. на три порядка меньше.
- Живое вещество представлено в биосфере в виде индивидуальных организмов, размеры которых колеблются в огромных пределах. Величина самых мелких вирусов не превышает 20 нм (1 нм = 10^{-9} м), самые крупные животные, киты, достигают 33 м в длину, самое большое растение, секвойя, 100 м в высоту.





Функции живого вещества на нашей планете

- **Энергетическая функция** заключается в осуществлении связи биосферно-планетарных явлений с космическим излучением, преимущественно с солнечной радиацией. В основе этой функции лежит фотосинтетическая деятельность зеленых растений, в процессе которой происходит аккумуляция (накопление) солнечной энергии и ее перераспределение между отдельными компонентами биосферы. За счет накопленной солнечной энергии протекают все жизненные явления на Земле.
- **Газовая функция** обуславливает миграцию газов и их превращения, обеспечивает газовый состав биосферы. Преобладающая масса газов на Земле имеет биогенное происхождение. В процессе функционирования живого вещества создаются основные газы: азот, кислород, углекислый газ, сероводород, метан и др.
- **Концентрационная функция** проявляется в извлечении и накоплении живыми организмами биогенных элементов окружающей среды. В составе живого вещества преобладают атомы легких элементов: водорода, углерода, азота, кислорода, натрия, магния, алюминия, кремния, серы, хлора, калия, кальция. Концентрация этих элементов в теле живых организмов в сотни и тысячи раз выше, чем во внешней среде. Этим объясняется неоднородность химического состава биосферы и ее существенное отличие от состава неживого вещества



Функции живого вещества на нашей планете

- **Окислительно-восстановительная функция** заключается в химическом превращении главным образом тех веществ, которые содержат атомы с переменной степенью окисления (соединения железа, марганца и др.) При этом на поверхности Земли преобладают биогенные процессы окисления и восстановления.
- **Деструктивная функция** обуславливает процессы, связанные с разложением организмов после их смерти, вследствие которой происходит минерализация органического вещества, т. е. превращение живого вещества в косное. В результате образуются также биогенное и биокосное вещество биосферы.
- **Средообразующая функция** заключается в преобразовании физико-химических параметров среды в результате процессов жизнедеятельности. В. И. Вернадский писал: «Организм имеет дело со средой, к которой он не только приспособлен, но которая приспособлена к нему».
- **Транспортная функция** – это осуществление переноса вещества против силы тяжести и в горизонтальном направлении. Живое вещество – единственный (помимо поверхностного натяжения) фактор, обуславливающий обратное перемещение вещества – снизу вверх, из океана – на континенты, реализующий тем самым «восходящую» ветвь биогеохимических циклов.

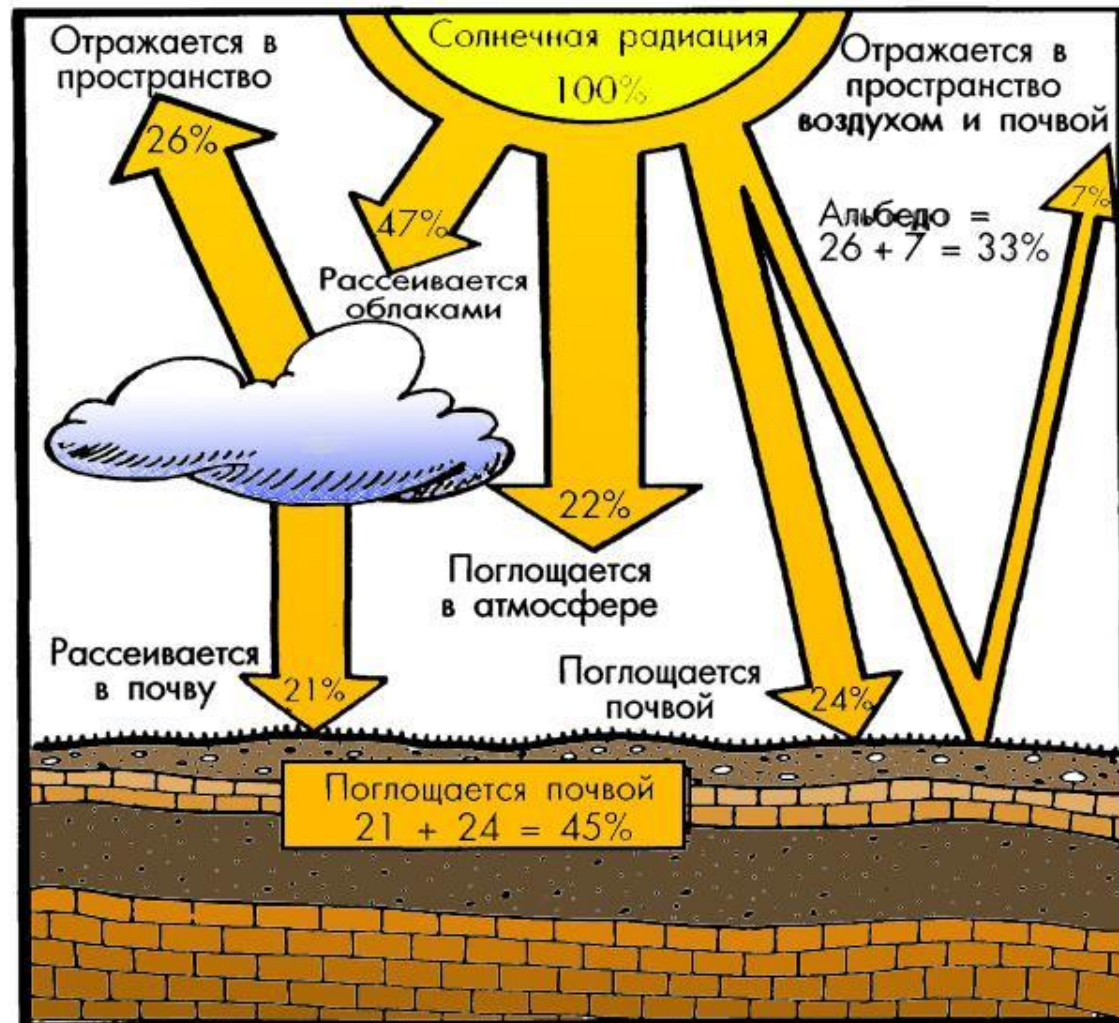


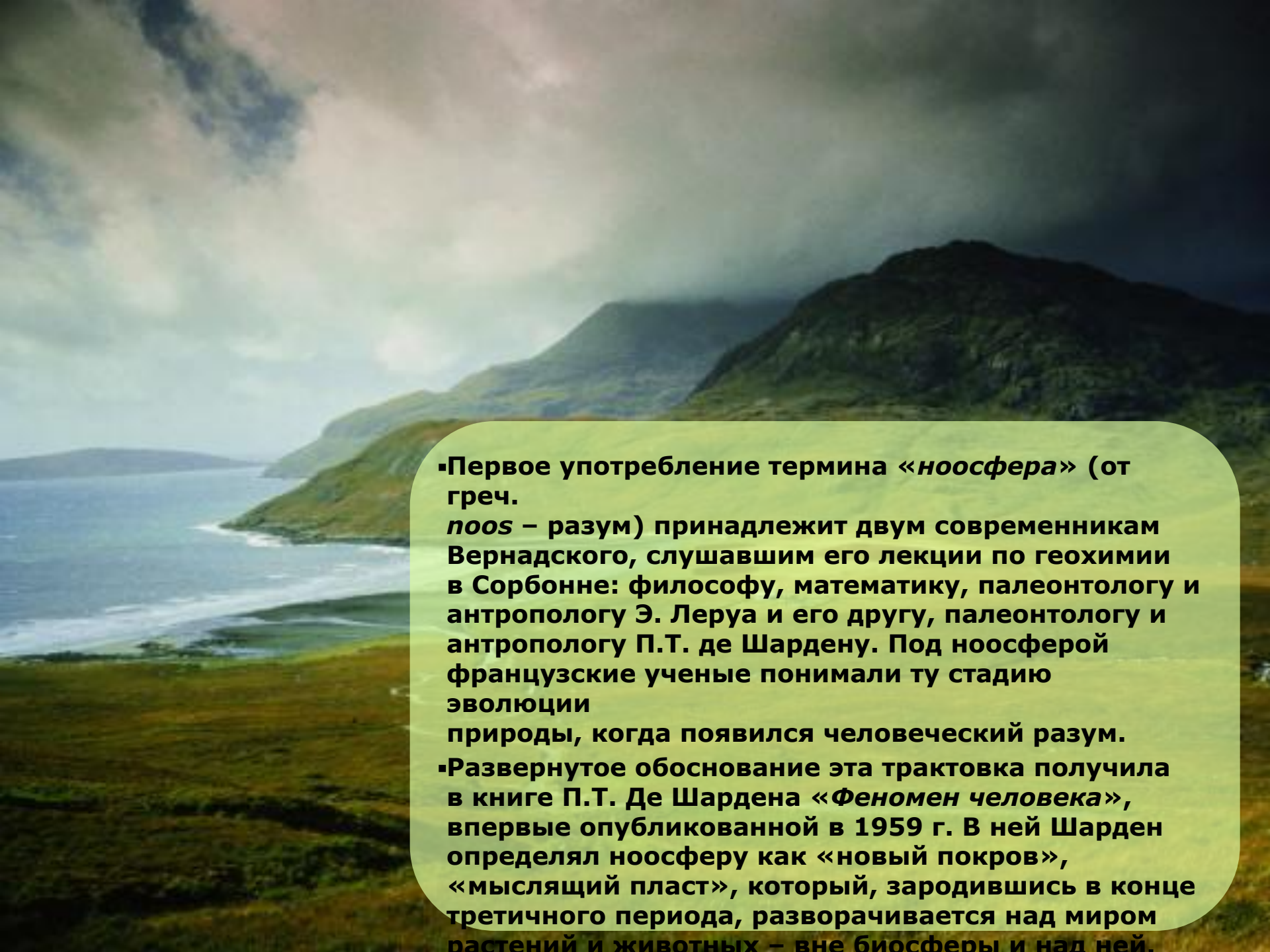
Главный источник энергии на Земле

Лучистая энергия Солнца – главный источник энергии, определяющий тепловой баланс и термический режим биосферы Земли. В связи с движением Земли вокруг Солнца по эллиптической орбите интенсивность солнечного излучения, приходящаяся на поверхность Земли, изменяется в течение года в соответствии с изменением расстояния Земля – Солнце. Минимальное расстояние Земли от Солнца (147 млн. км) – в начале января, а максимальное (152 млн. км) – в начале июля. Это изменение расстояния приводит к колебаниям суточного количества падающей радиации.



ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ БАЛАНС БИОСФЕРЫ (по Г. В. Войткевичу и В. А. Вронскому)





- **Первое употребление термина «ноосфера» (от греч. *noos* – разум) принадлежит двум современникам Вернадского, слушавшим его лекции по геохимии в Сорбонне: философу, математику, палеонтологу и антропологу Э. Леруа и его другу, палеонтологу и антропологу П.Т. де Шардену. Под ноосферой французские ученые понимали ту стадию эволюции природы, когда появился человеческий разум.**
- **Развернутое обоснование эта трактовка получила в книге П.Т. Де Шардена «Феномен человека», впервые опубликованной в 1959 г. В ней Шарден определял ноосферу как «новый покров», «мыслящий пласт», который, зародившись в конце третичного периода, разворачивается над миром растений и животных – вне биосферы и над ней.**



Биосфера и ноосфера

Ноосфера, по Вернадскому, это такой этап развития биосферы, при котором «проявляется как мощная, все растущая геологическая сила роль человеческого разума (сознание) и направленного им человеческого труда».

Оценивая роль человеческого разума и научной мысли как планетарного явления, В.И. Вернадский пришел к следующим выводам:

- Ход научного творчества является той силой, которой человек меняет биосферу, в которой он живет.
- Это проявление изменения биосферы есть неизбежное явление, сопутствующее росту научной мысли.
- Это изменение биосферы происходит независимо от человеческой воли, стихийно, как природный естественный процесс.
- А так как среда жизни – биосфера – есть организованная оболочка планеты, то вхождение в нее в ходе ее геологически длительного существования нового фактора ее изменения – научной работы человечества – есть природный процесс перехода биосферы в новую фазу, в новое состояние – в ноосферу.

В. И. ВЕРНАДСКИЙ



(1863—1945)

- Человечество, взятое в целом, становится мощной геологической силой. И перед ним, перед его мыслью и трудом, становится вопрос о перестройке биосферы в интересах свободно мыслящего человечества как единого целого. Это новое состояние биосферы, к которому мы, не замечая этого, приближаемся, и есть ноосфера.

- Цивилизация культурного человечества — поскольку она является формой организации новой геологической силы, создавшейся в биосфере, — не может прерваться и уничтожиться, так как это есть большое природное явление, отвечающее исторически, вернее геологически, сложившейся организованности биосферы.



Гипотеза Геи

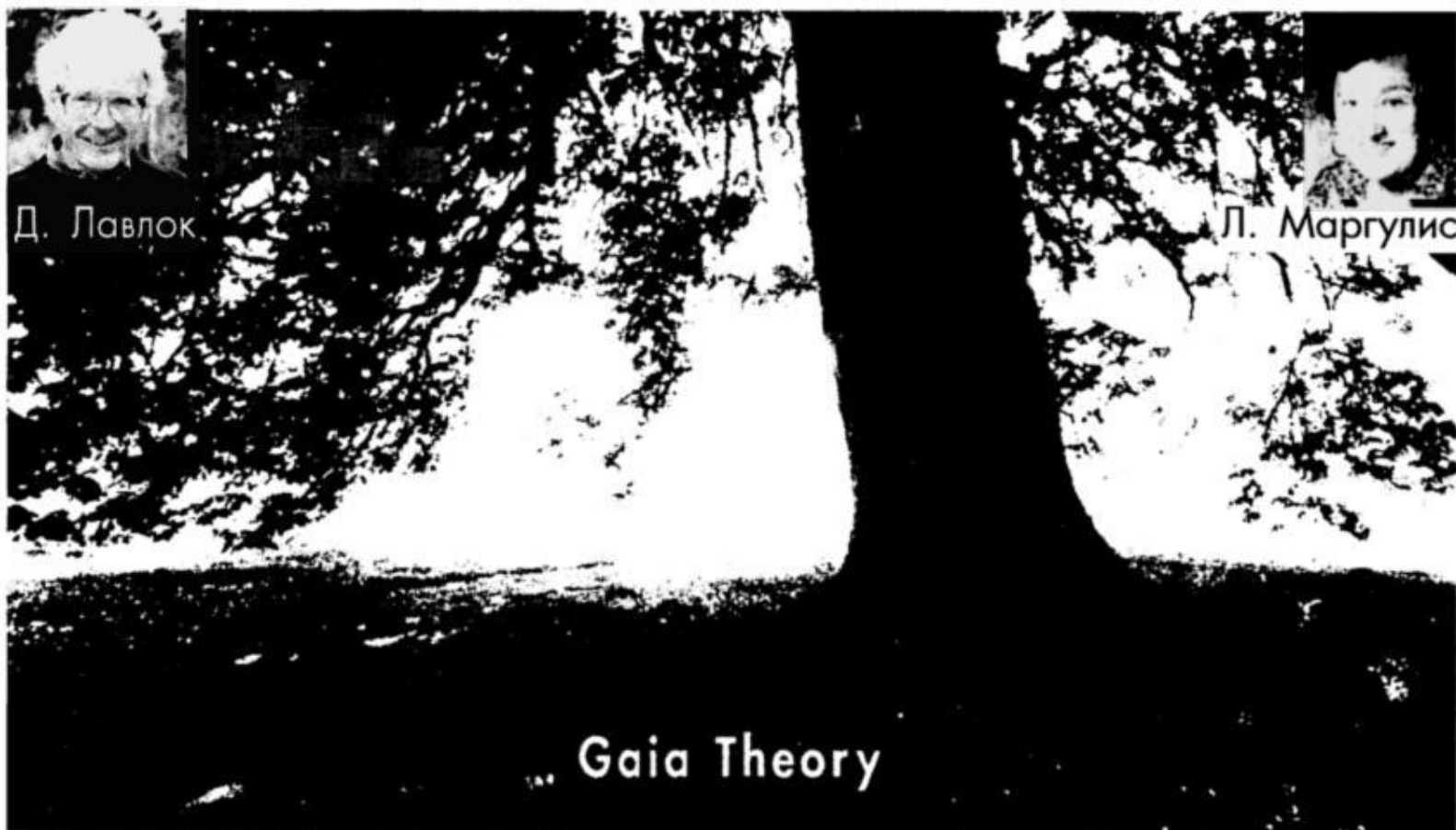
Абиотическая среда нашей планеты резко отличается от условий жизни на любой другой планете Солнечной системы. Этот факт привел американских ученых – физика Джеймса Лавлока и микробиолога Линн Маргулис – в 1973–1979 гг. к созданию «гипотезы Геи» (Гея – имя древнегреческой богини Земли).

Согласно этой гипотезе, **биосфера с течением времени не только создает подходящую для себя атмосферу, но и активно поддерживает ее современное состояние, не позволяет концентрациям входящих в нее газов значительно отклоняться в ту или иную сторону от оптимального значения.**

Таким образом, Лавлок и Маргулис считают, что организмы Земли не столько приспосабливаются к атмосфере, сколько приспособливают ее к своим потребностям.



ГИПОТЕЗА ГЕИ

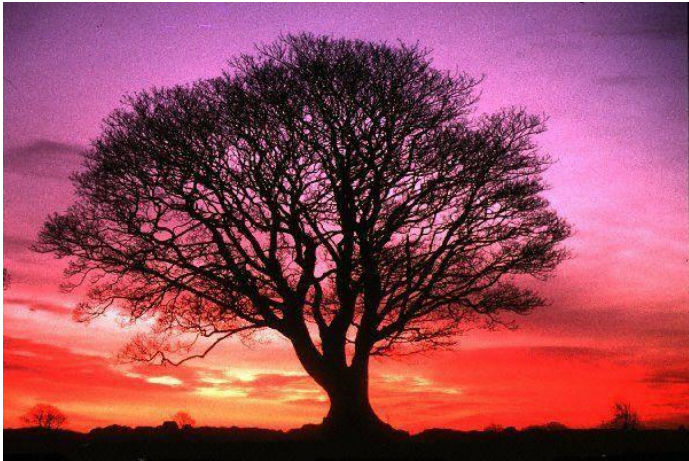




Понятие геологического круговорота

Ученый В.Р. Вильямс считает, что солнечная энергия обеспечивает на Земле два круговорота веществ – геологический, или большой, круговорот и биологический, малый, круговорот.

Геологический круговорот наиболее четко проявляется в круговороте воды. На Землю от Солнца ежегодно поступает $5,24 \cdot 10^{24}$ Дж излучаемой энергии. Около половины ее расходуется на испарение воды. При этом из океана испаряется воды больше, чем возвращается с осадками. На суше, наоборот, больше выпадает осадков, чем испаряется воды. Излишки ее стекают в реки и озера, а оттуда – снова в океан (переноса при этом определенное количество минеральных соединений). Это и обуславливает большой круговорот в биосфере, основанный на том, что суммарное испарение воды с Земли компенсируется выпадением осадков.



КРУГОВОРОТ ВОДЫ — ПРИМЕР ГЕОЛОГИЧЕСКОГО КРУГОВОРОТА (по Р. Риклефсу)





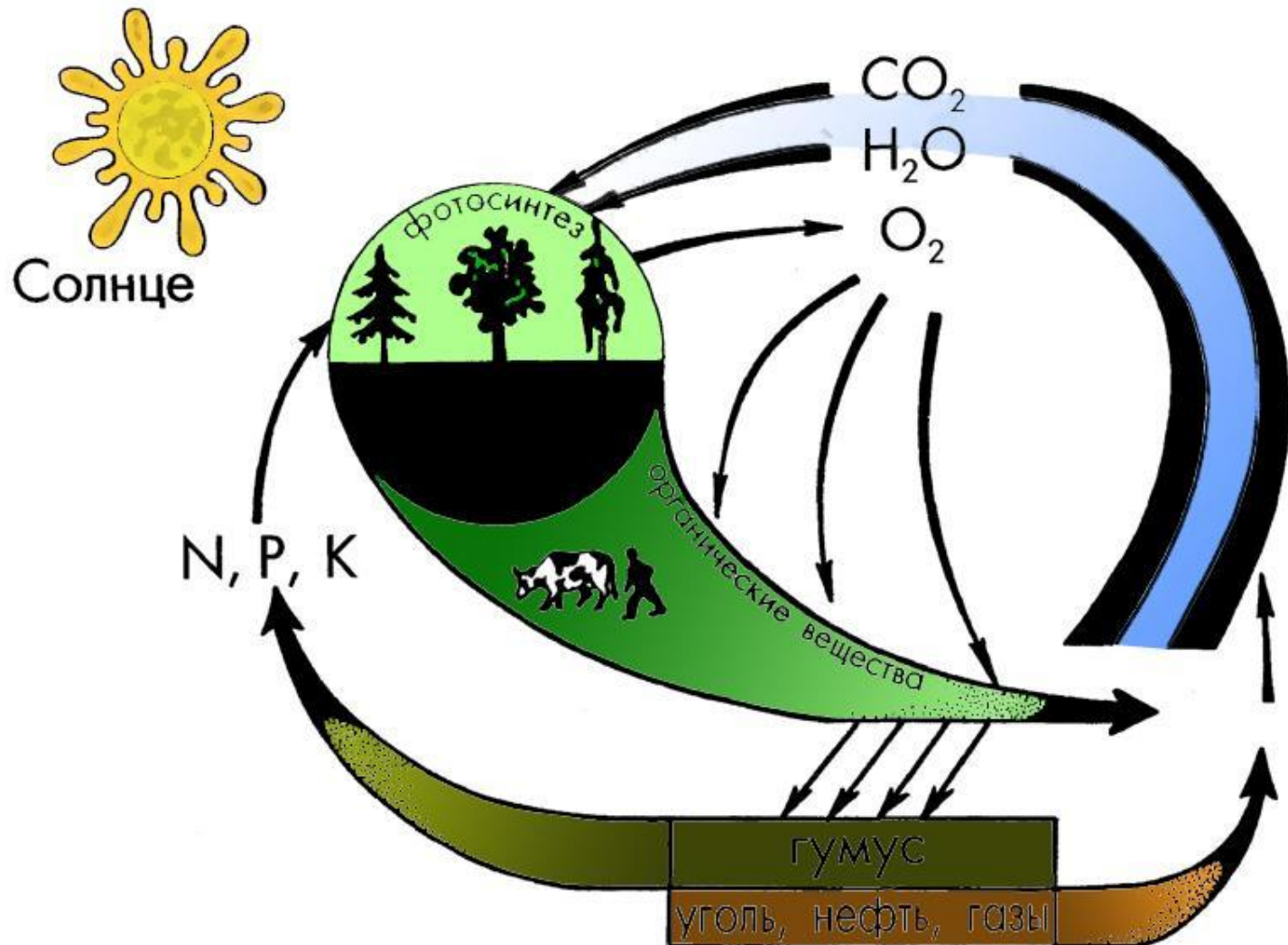
Как происходит биологический круговорот?

С появлением живого вещества на основе геологического круговорота возник круговорот органического вещества, биологический (малый) круговорот.

По мере развития живой материи из геологического круговорота постоянно извлекается все больше элементов, которые вступают в новый, биологический круговорот. В отличие от простого переноса минеральных веществ в большом круговороте, как в виде растворов, так и в виде механических осадков, в малом круговороте самыми важными моментами являются синтез и разрушение органических соединений. В противоположность геологическому, биологический круговорот обладает ничтожной энергией. На создание органического вещества, как известно, затрачивается всего 0,1–0,2% всей поступающей на Землю солнечной энергии (на геологический круговорот – до 50%). Несмотря на это, энергия, вовлеченная в биологический круговорот, производит огромную работу по созданию первичной продукции.

С появлением на Земле живой материи химические элементы непрерывно циркулируют в биосфере, переходя из внешней среды в организмы и опять во внешнюю среду. Такая циркуляция веществ по более или менее замкнутым путям называется биогеохимическим циклом.

БИОЛОГИЧЕСКИЙ КРУГОВОРОТ ВЕЩЕСТВ





Закон биогенной миграции атомов В.И. Вернадского

Биогенная миграция вещества – одна из форм всеобщей миграции элементов в природе. Под биогенной геохимической миграцией следует понимать миграцию органического и косного вещества, участвующего в росте и развитии живых организмов и производимого последними в результате сложных биохимических и биогеохимических процессов. В.И. Вернадский сформулировал закон биогенной миграции атомов в следующем виде:

Миграция химических элементов в биосфере осуществляется или при непосредственном участии живого вещества (биогенная миграция), или же протекает в среде, геохимические особенности которой (O_2 , CO_2 , H_2 и т. д.) обусловлены живым веществом (тем, которое населяет биосферу в настоящее время, и тем, которое действовало на Земле в течение всей геологической истории).



Фонды природного круговорота

Процессы, происходящие в различных оболочках Земли, находятся в состоянии динамического равновесия, и изменение хода какого-либо из них влечет за собой бесконечные цепочки подчас необратимых явлений. В каждом природном круговороте целесообразно различать две части, или два «фонда»:

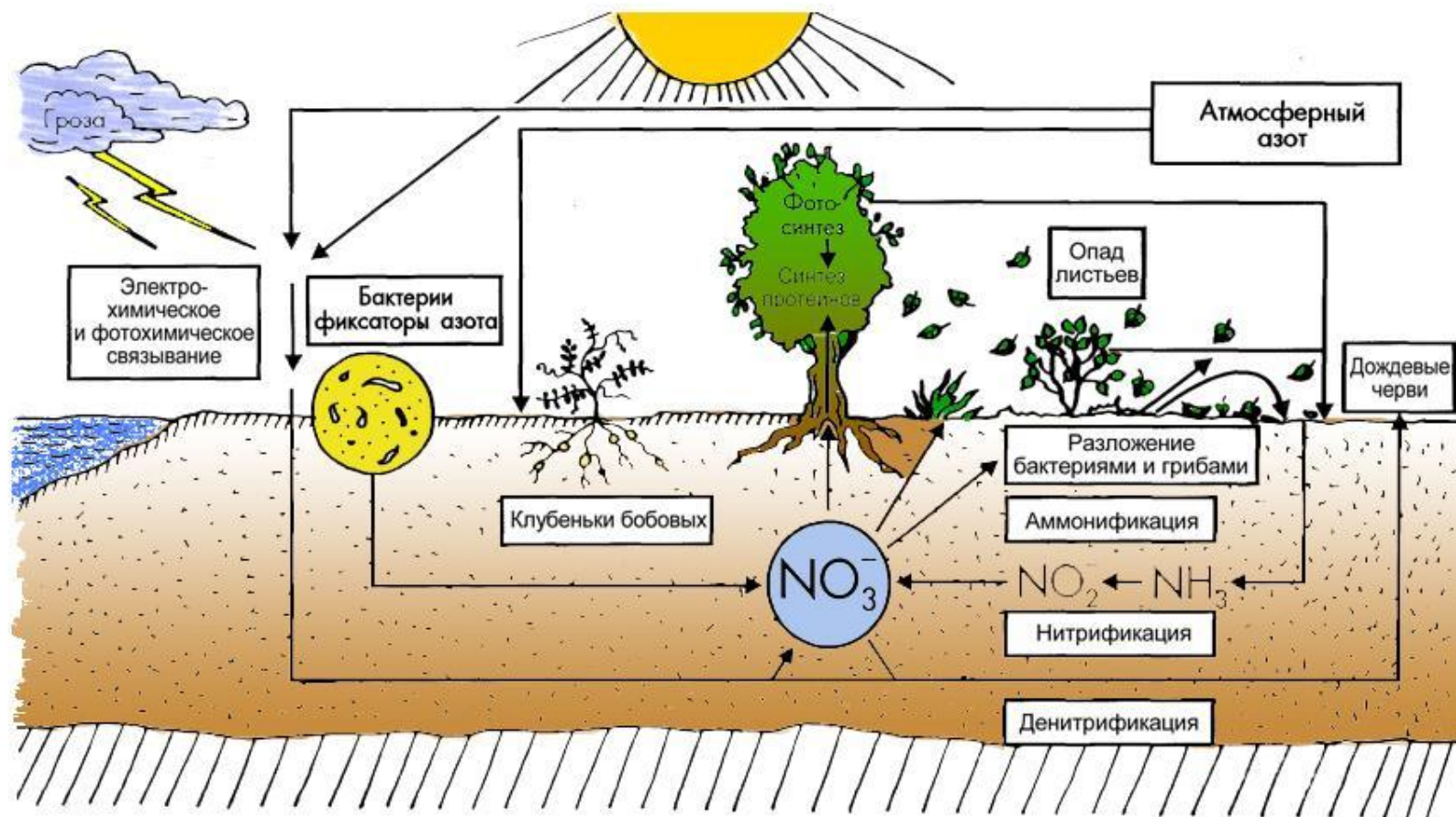
- **резервный фонд** – большая масса медленно движущихся веществ, в основном неорганической природы;
- **подвижный, или обменный, фонд** – меньший, но более активный, для которого характерен быстрый обмен между организмами и окружающей средой.

Обменный фонд образуется за счет веществ, которые возвращаются в круговорот либо за счет первичной экскреции (от лат. *excretum* – выделенное) животными, либо при разложении детрита микроорганизмами.



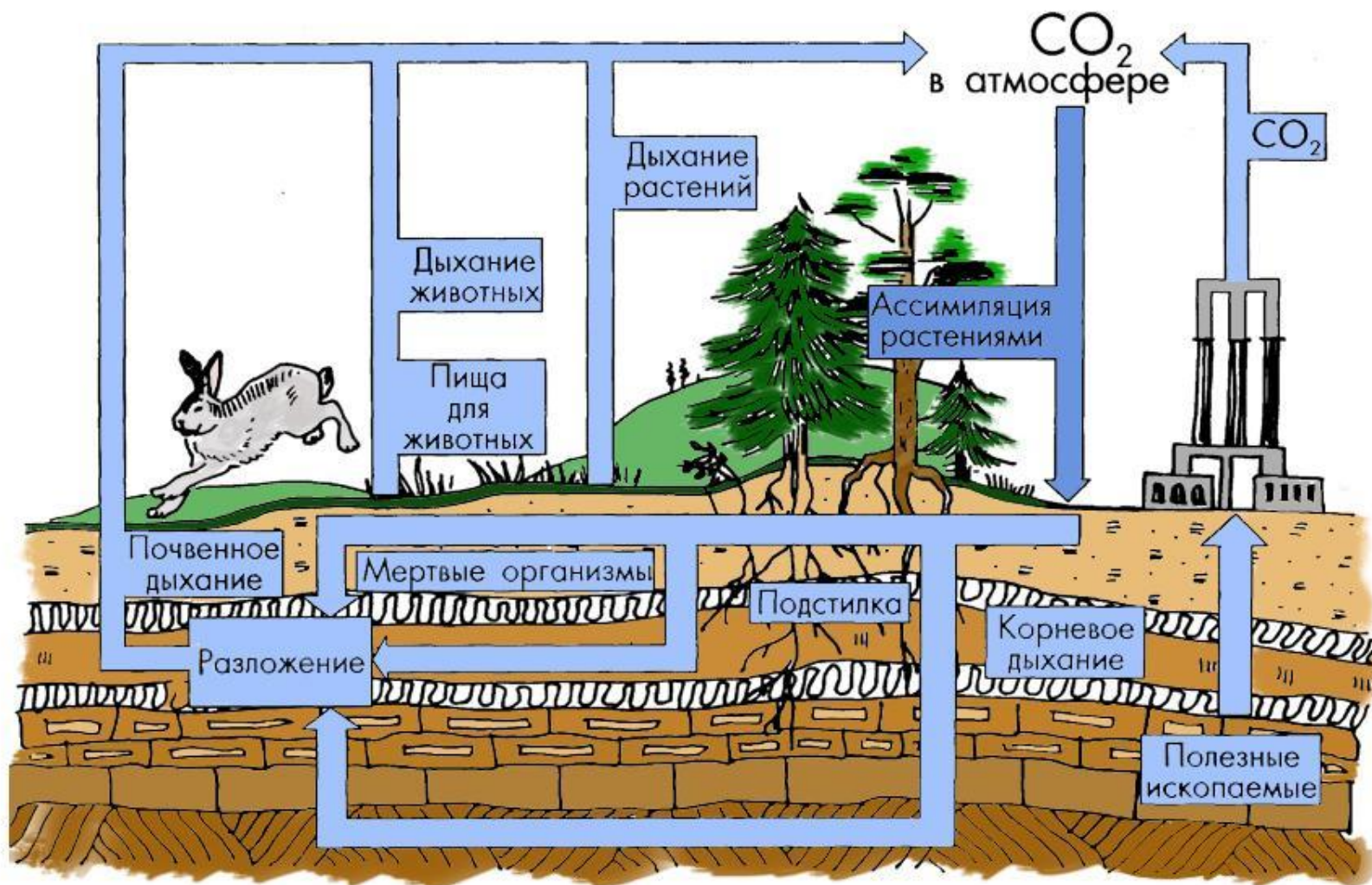
КРУГОВОРОТ АЗОТА В БИОСФЕРЕ

(по П. Дювиньо и М. Тангу)



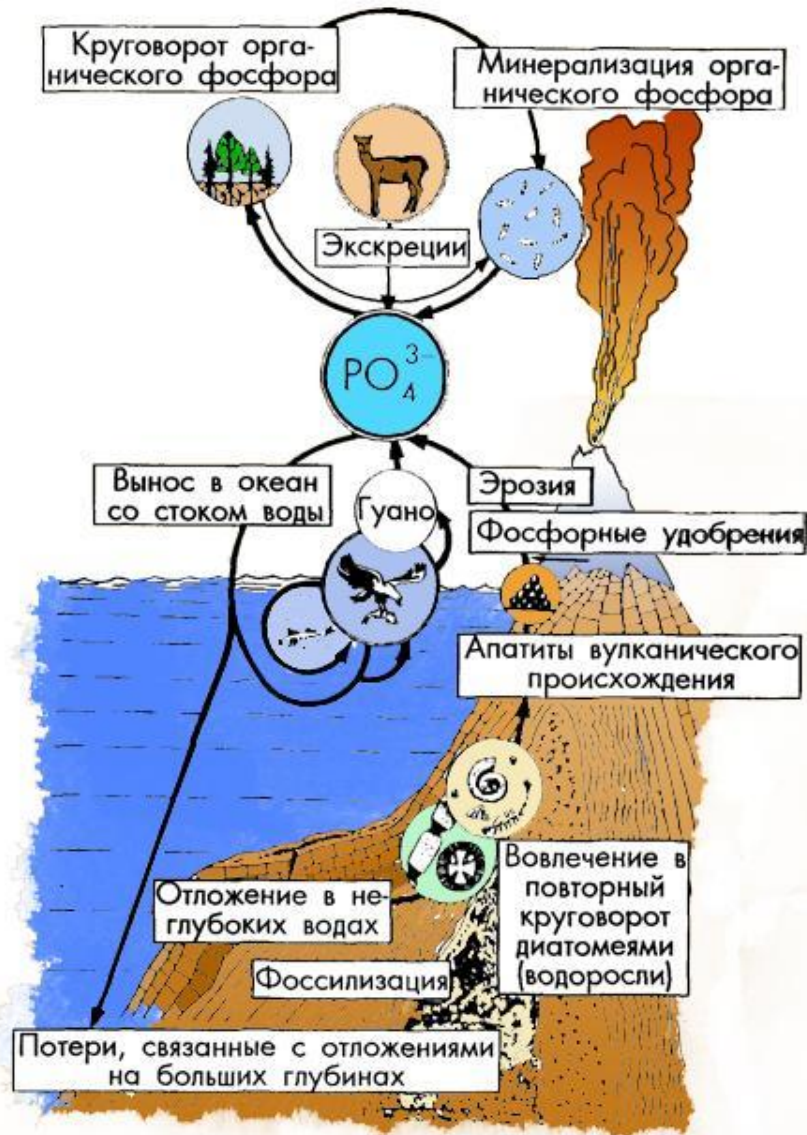
КРУГОВОРОТ УГЛЕРОДА В БИОСФЕРЕ

(по Б. Болину, с изменениями)



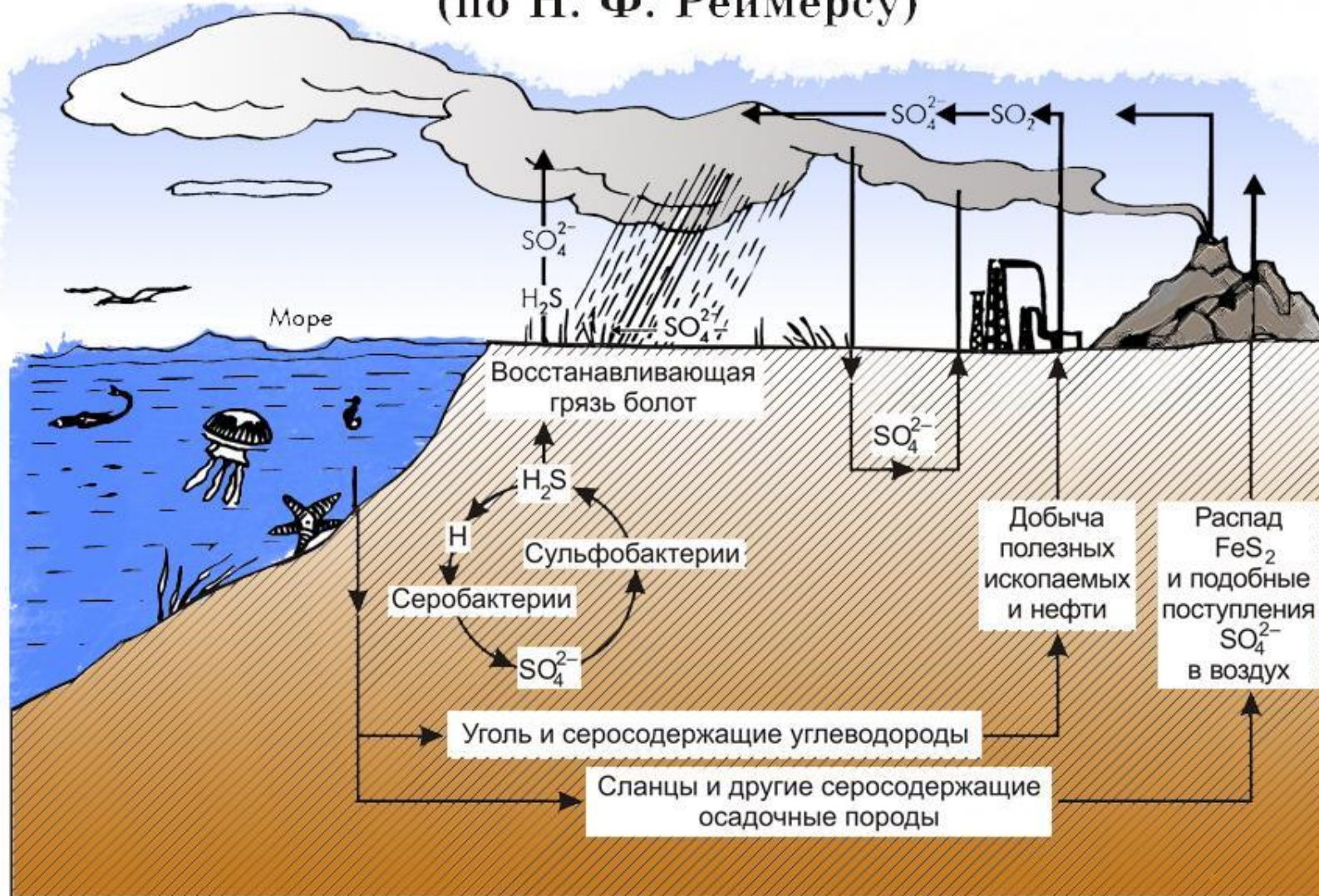
КРУГОВОРОТ ФОСФОРА В БИОСФЕРЕ

(по П. Дювиньо и М. Тангу)

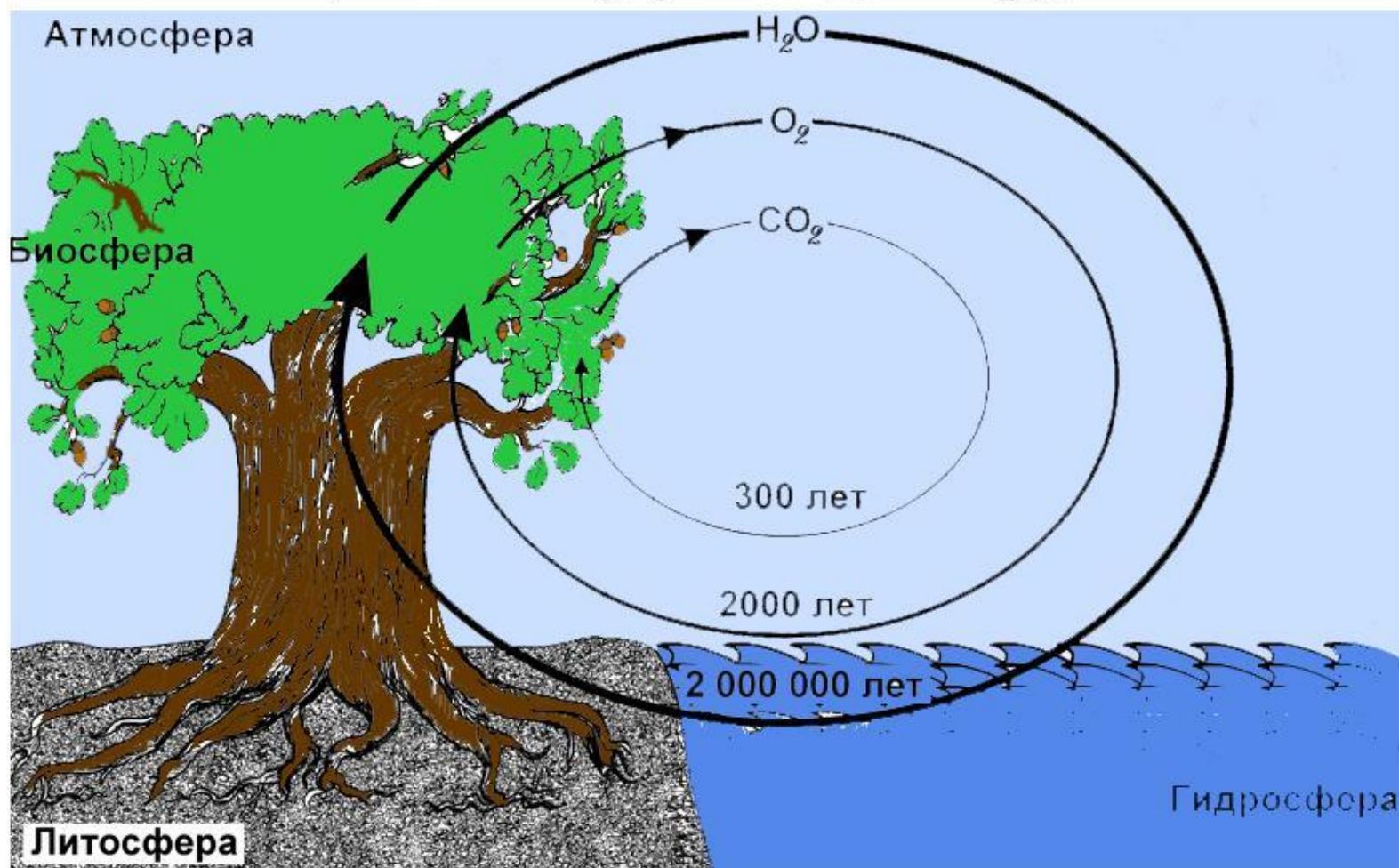


КРУГОВОРОТ СЕРЫ

(по Н. Ф. Реймерсу)



КРУГОВОРОТ ВОДЫ, КИСЛОРОДА И УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА (по П. Клауду и А. Джибору)



Дополнительные материалы

Дополнительная
информация на сайте:

http://www.eko_prakt.ru



Выход