Лекция 9. Lect_09_Phosph_Evol_biosphere
Цикл фосфора (окончание). Цикл в реках и в море. Соотношение «азот : фосфор» на разных глубинах океана. Положительная корреляция между содержанием в океанической воде азота и фосфора в минеральной, пригодной для использования фитопланктоном, форме. Некоторое нарушение в районах, где идет интенсивная денитрификация. Возвращаясь к биосфере. Выдающиеся ученые, подготовившие и развивавшие представления о биосфере. Эволюция солнца. Возрастание светимости. Гипотеза Геи Джеймса Лавлока. Гипотетическая «планета ромашек» - поддержание неизменной температуры поверхности планеты за счет меняющегося альбедо. Основные черты развития биосферы. Аддитивность и главные этапы становления биосферы. Слабое воздействие человека.

C H N O P S

В океан фосфор попадает со стоком рек. Благодаря высокому содержанию CO_2 и гуминовых кислот речные воды имеют слабую кислую реакцию, что способствует образованию в них комплексных соединений фосфора с железом

Когда речные воды смешиваются с океаническими (характеризующимися слабощелочной реакцией), часть связанного фосфора высвобождается и становится доступной фитопланктону.
Это способствует поддержанию высокой первичной продукции эстуарных экосистем

Отношение нитратов к фосфатам в океанической воде на разных глубинах

Данные по
68341 станции
Множество рейсов разных стран

T.TYRRELL &
C. S. LAW

Low nitrate:phosphate ratios in the global ocean
Nature 387, 793 - 796
(19 June 1997)

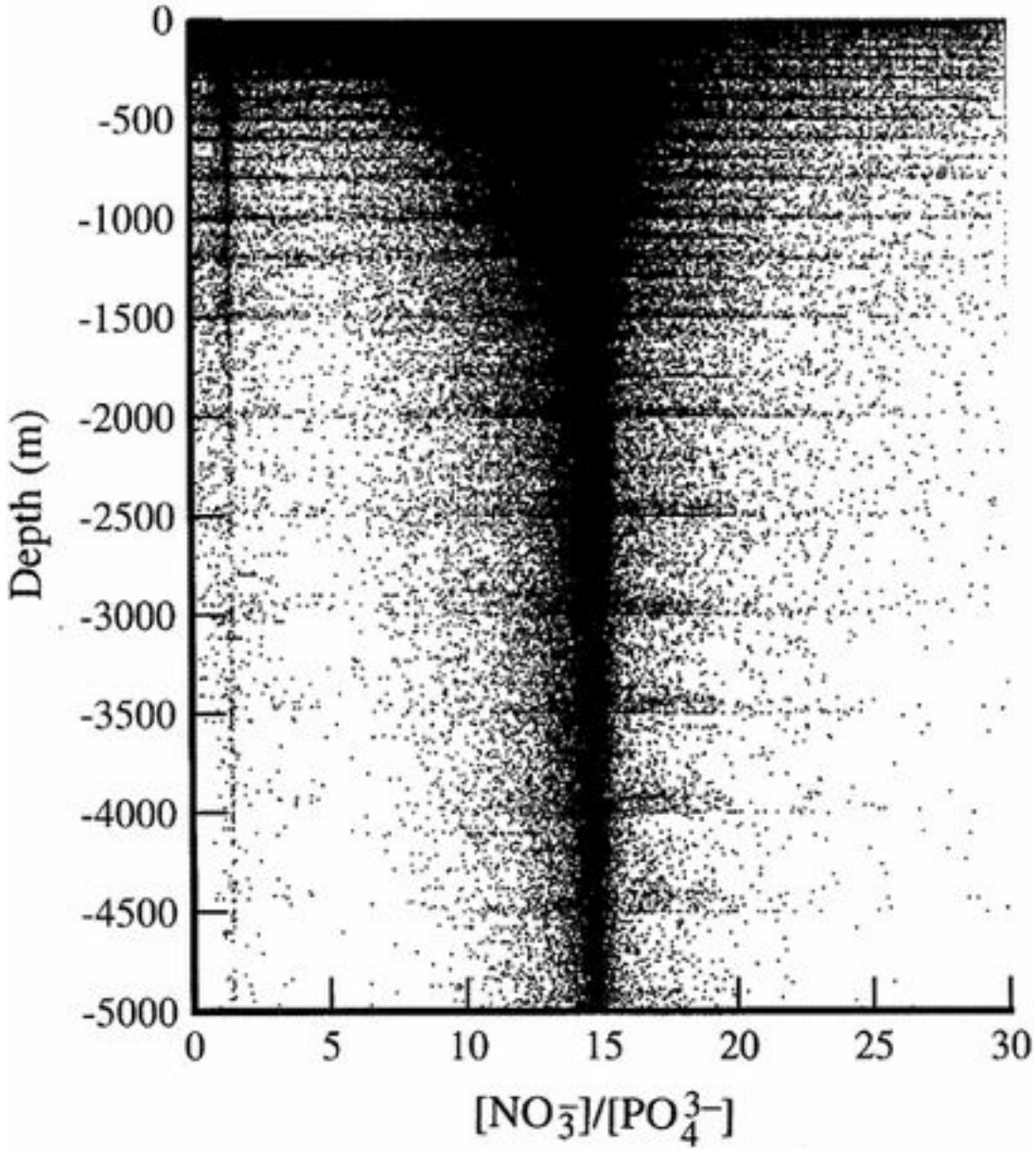


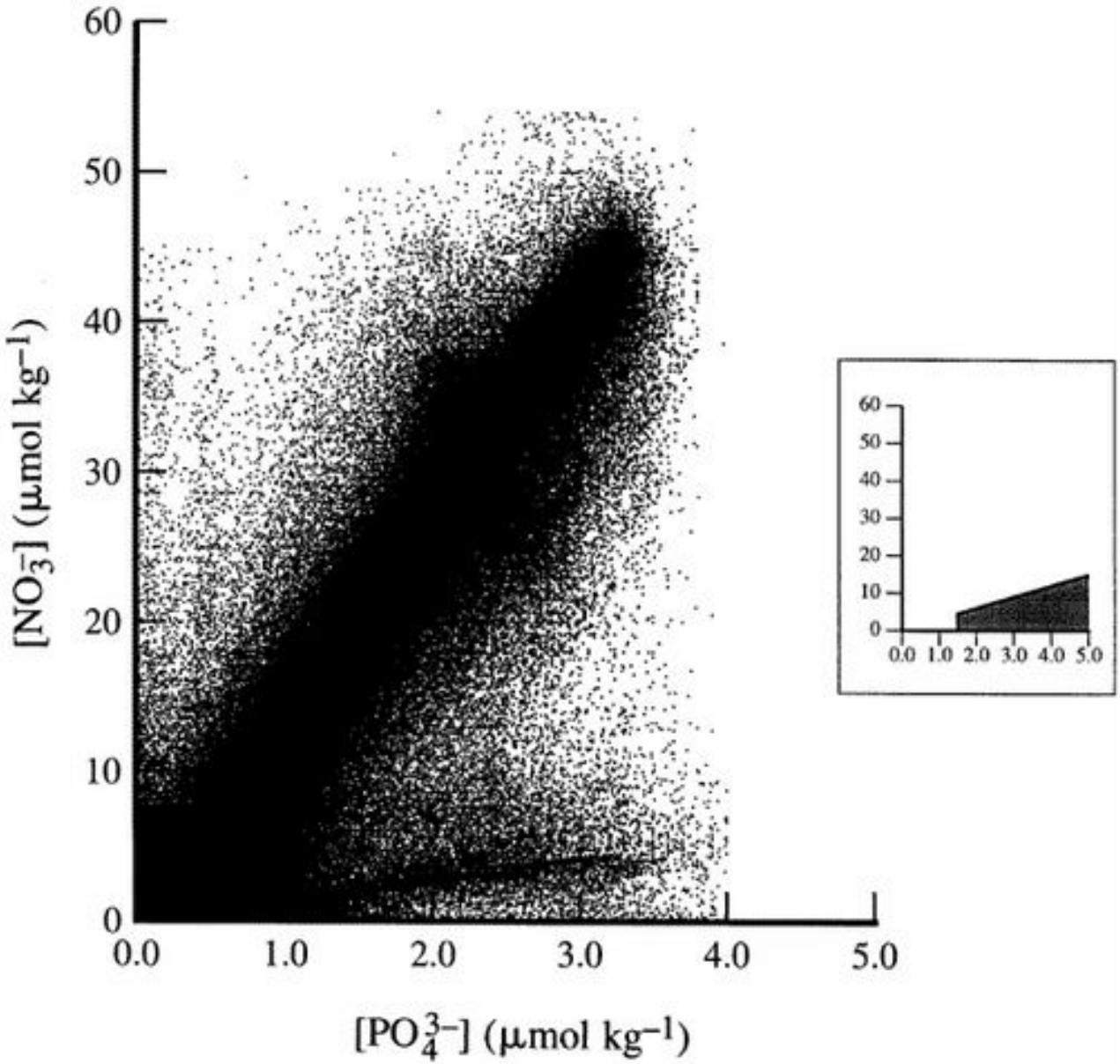
Figure 2 Scatter plot of the nitrate:phosphate ratio versus depth in the global ocean (after), using same data as in Fig. 1.

Усредненное по большому числу данных соотношение азота и фосфора в поверхностных слоях водной толщи океана оказывается равным

14.7 : 1,

а не 16 : 1,

как то следует из соотношения Редфильда



T. TYRRELL AND C. S. LAW

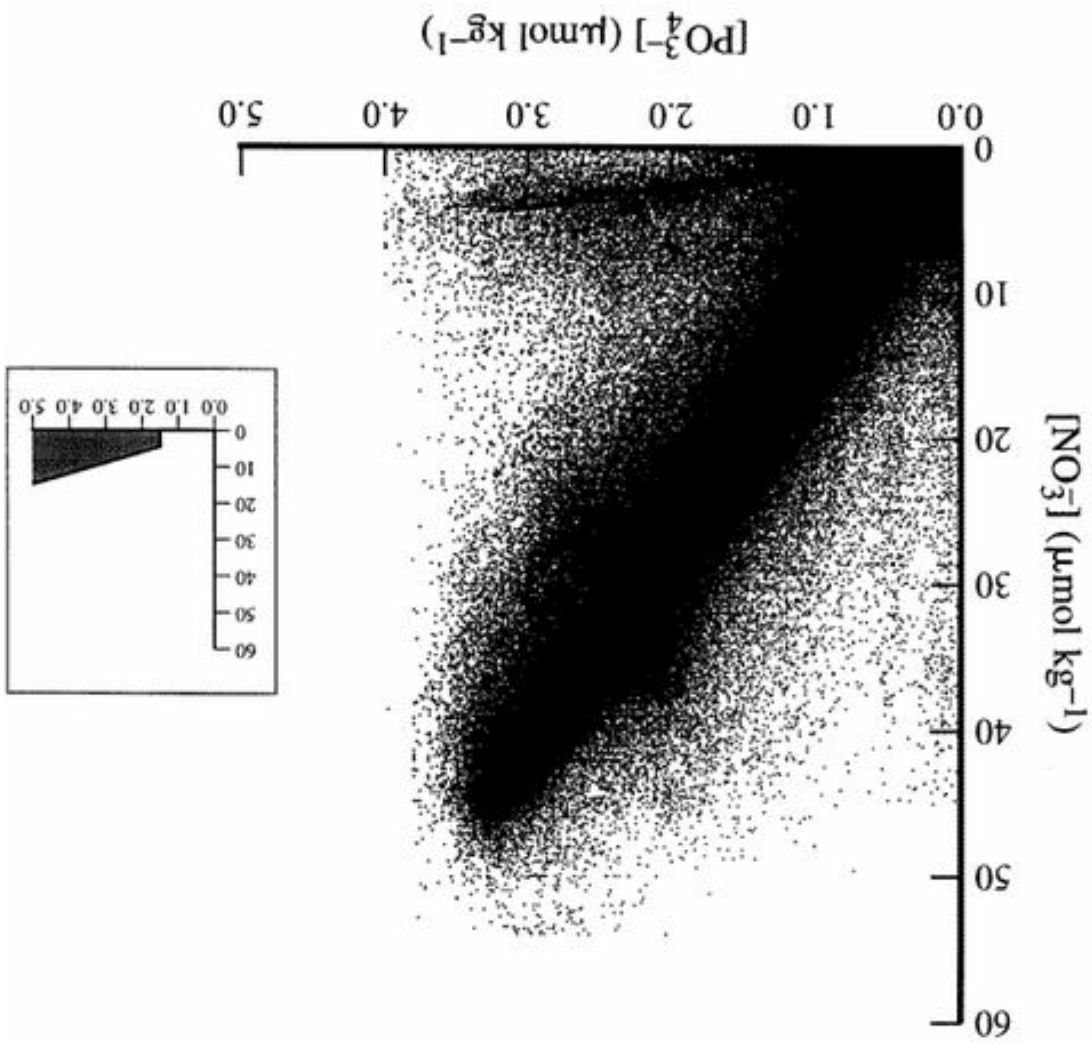
Low nitrate:phosphate ratios in the global ocean Nature 387, 793 - 796 (19 June 1997)

Данные по 68341 станции. Множество рейсов разных стран

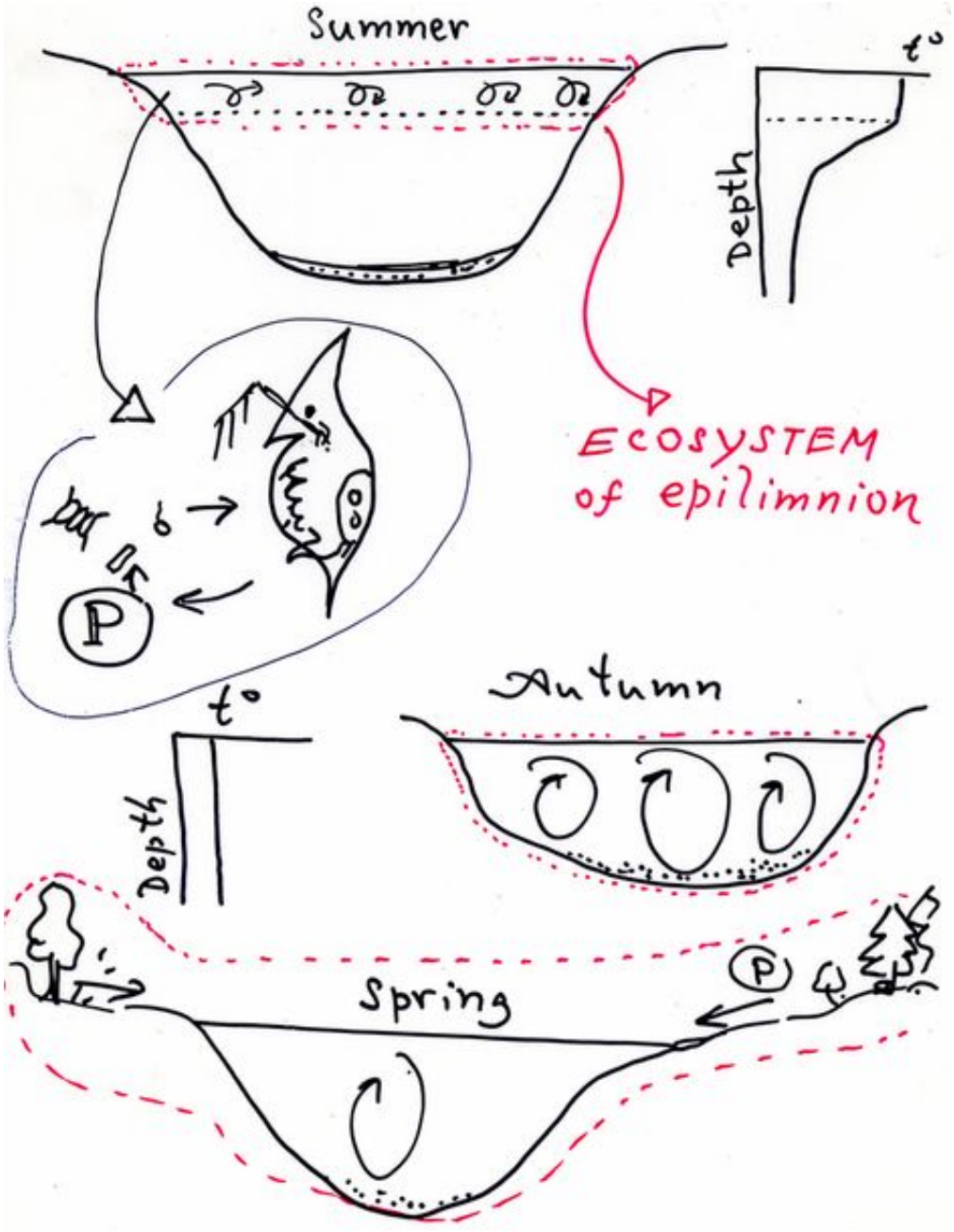
Справа показана область пониженного отношения N : P

Подсказка

денитрификация



¿

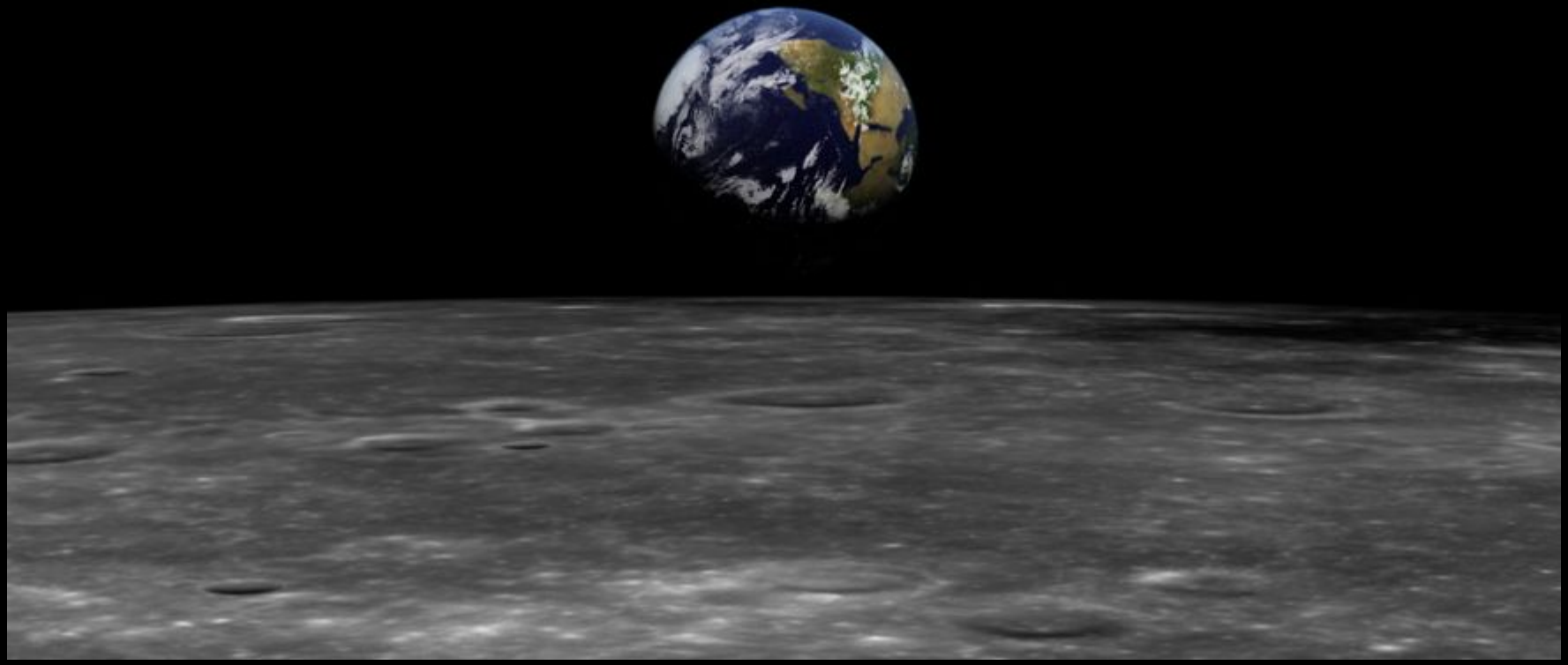


Пространственно-временные границы экосистемы, выделяемые по круговороту фосфора

Озеро в средней полосе, с выраженной стратификацией, но полностью перемешиваемое весной и осенью

ВОЗВРАЩАЯСЬ К БИОСФЕРЕ

Биосфера –
область Земли, населенная живыми организмами и находящаяся под их влиянием

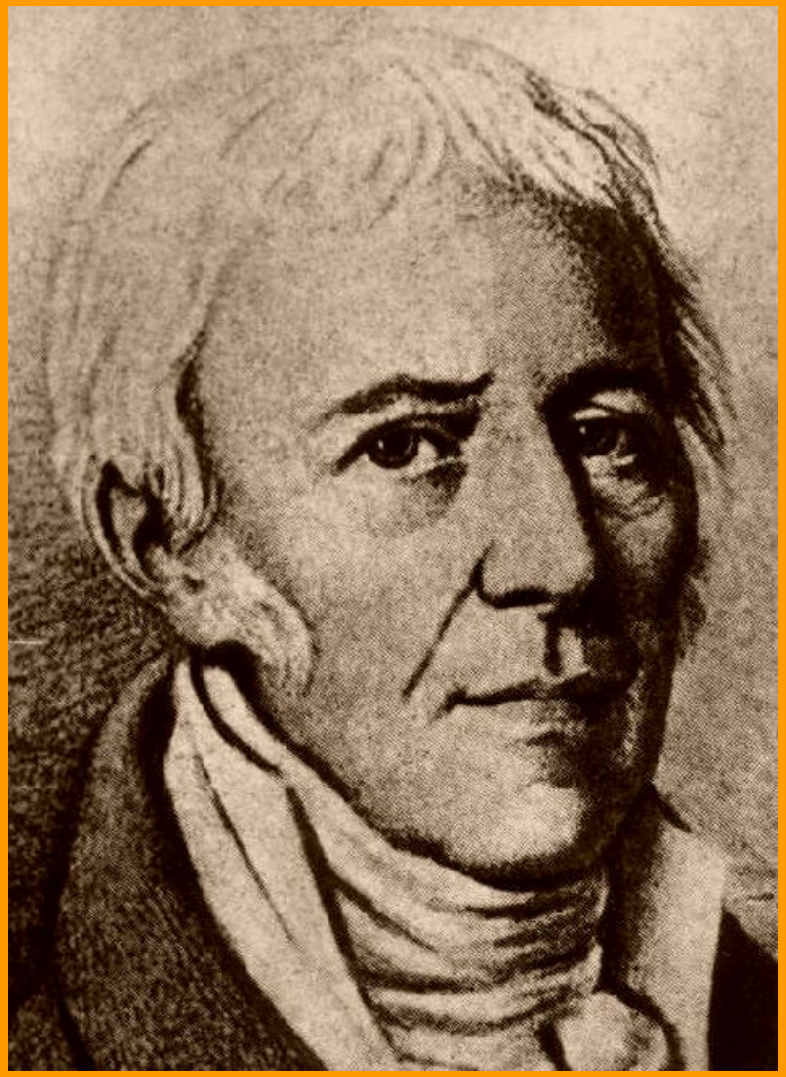


Биосфера возникла 3.5 миллиарда лет тому назад. Она вряд ли просуществует ещё более 1.5 миллиардов лет

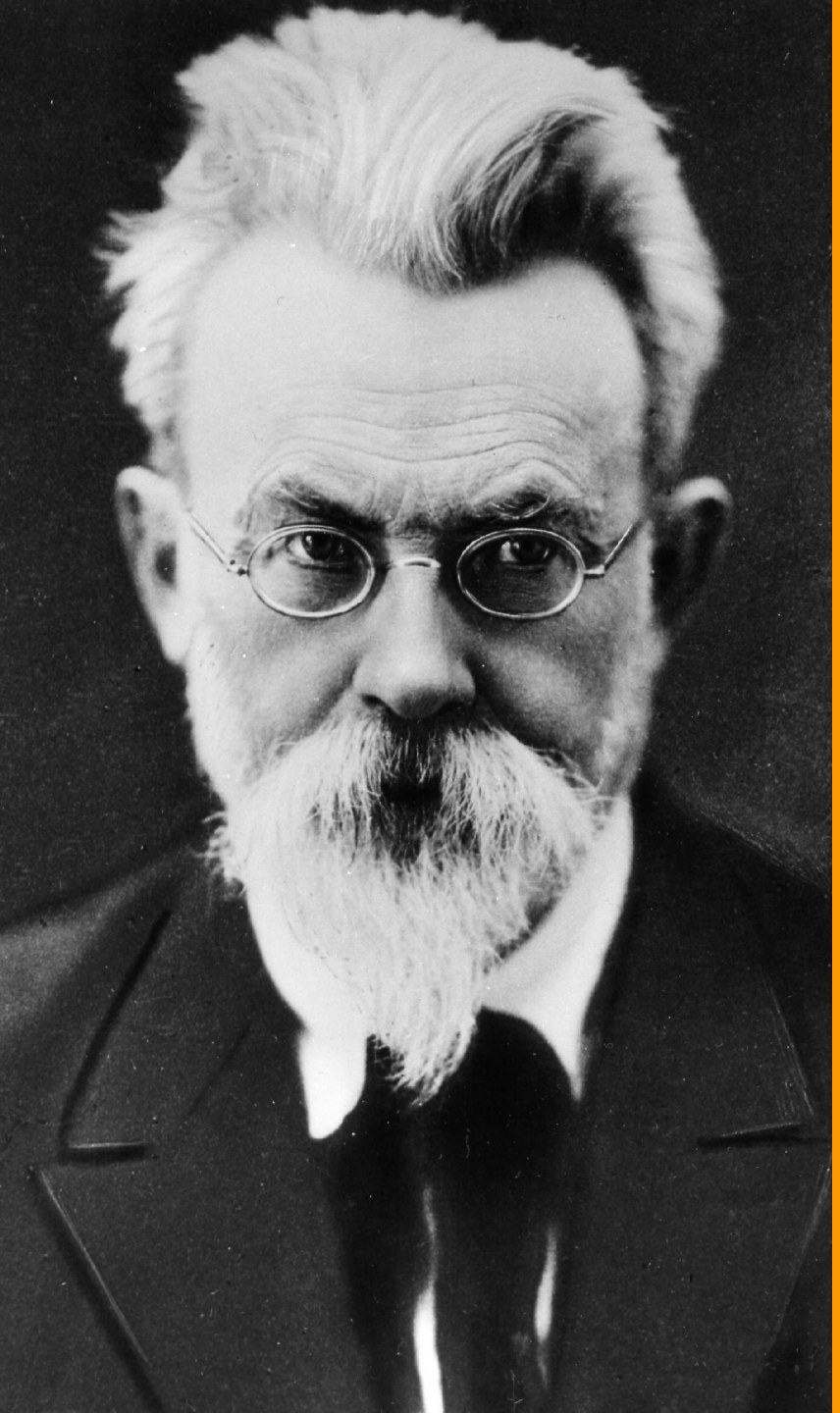
Эволюция биосферы – необратимая последовательность событий, порожденная геохимической активностью организмов

Jean-Baptiste Pierre Antoine de Monet, chevalier de Lamarck

(1744, Bazentin - 1829, Paris)



Alexander von Humboldt (1769-1859)



Владимир Иванович Вернадский (1863 – 1945)

Акад. В. И. ВЕРНАДСКИЙ

21/XI-29
Москва

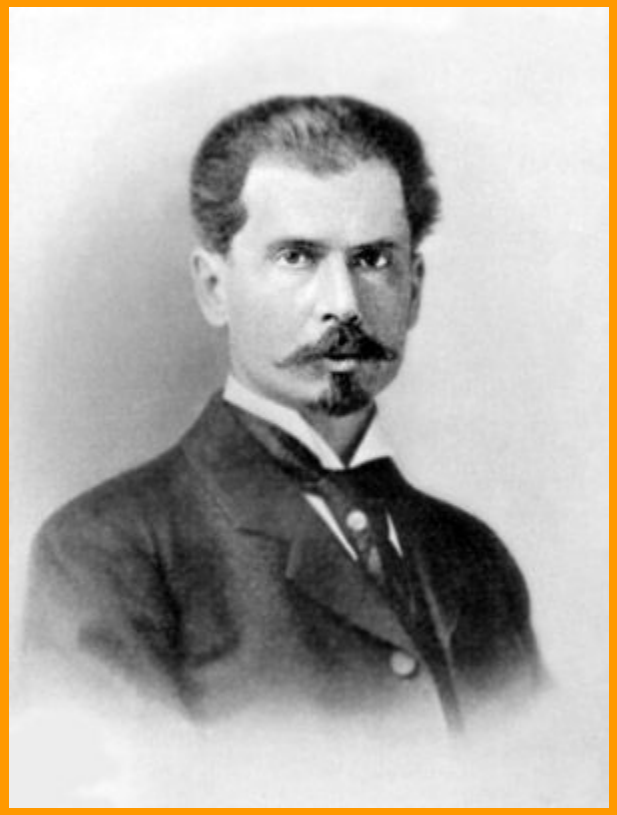
IV.44

БИОСФЕРА

I-II.

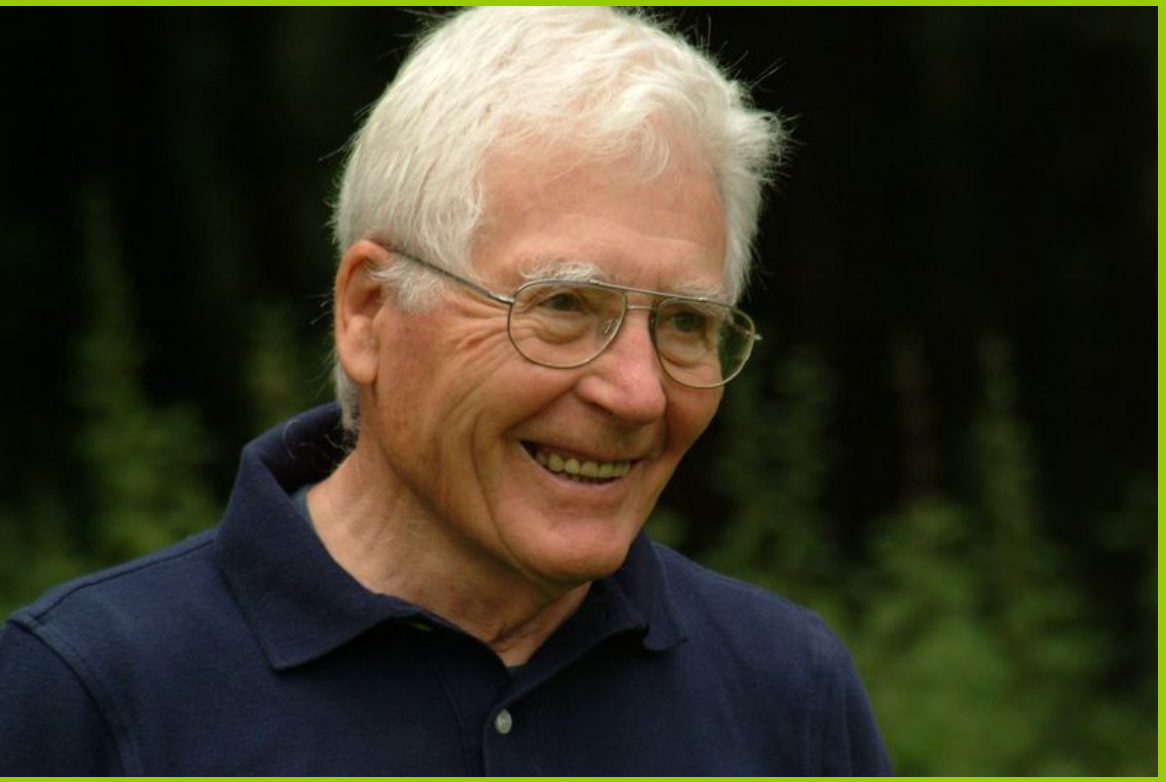
НАУЧНОЕ ХИМИКО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
НАУЧНО ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТДЕЛ В. С. Н. Х.
ЛЕНИНГРАД
1926

Сергей Николаевич Виноградский 1856-1953

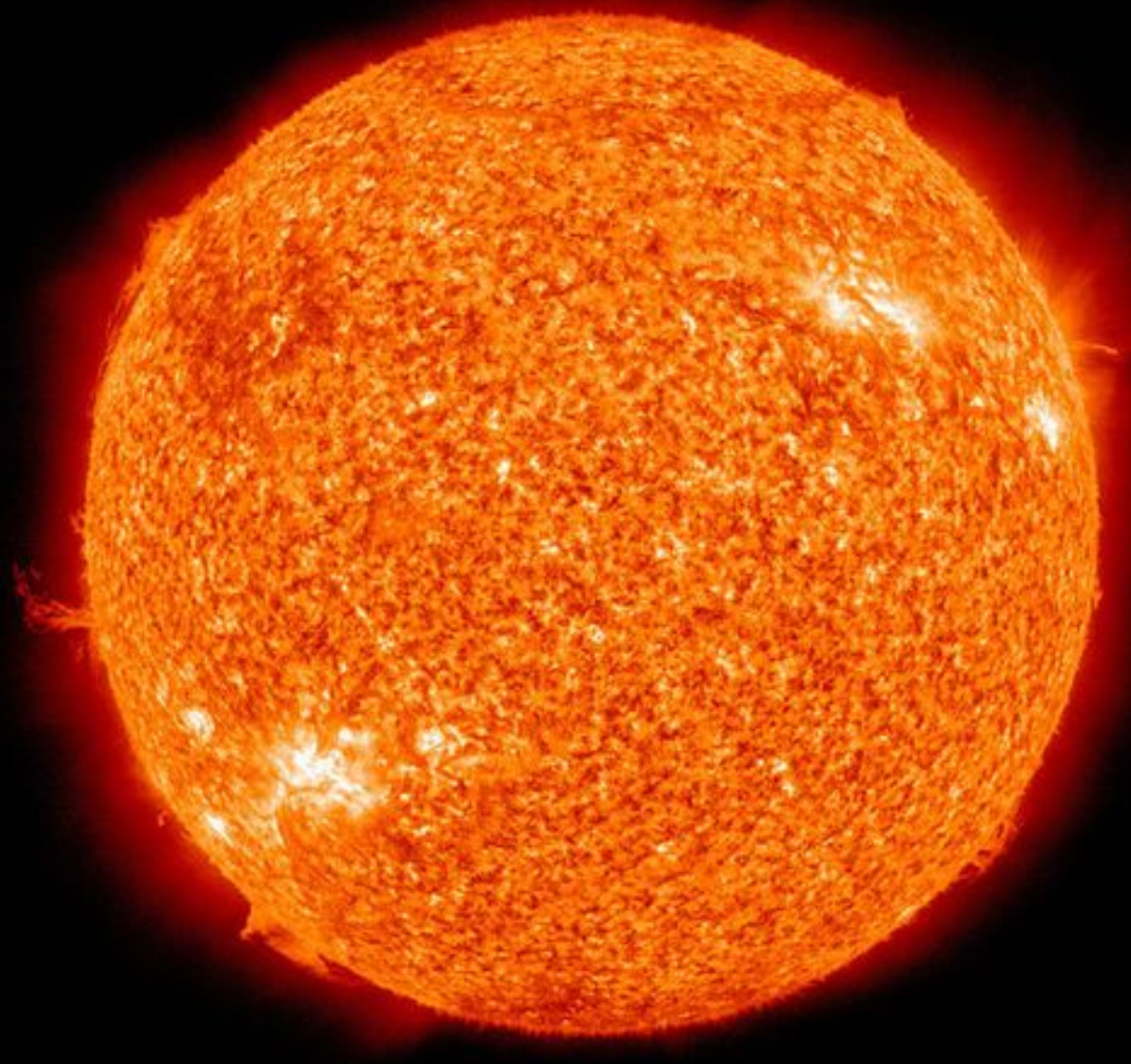


В 1896 году сформулировал представление о жизни на Земле как о **системе <u>взаимосвязанных биогеохимических циклов, катализируемых живыми существами</u>**

James Lovelock (b.1919) – father of Gaia

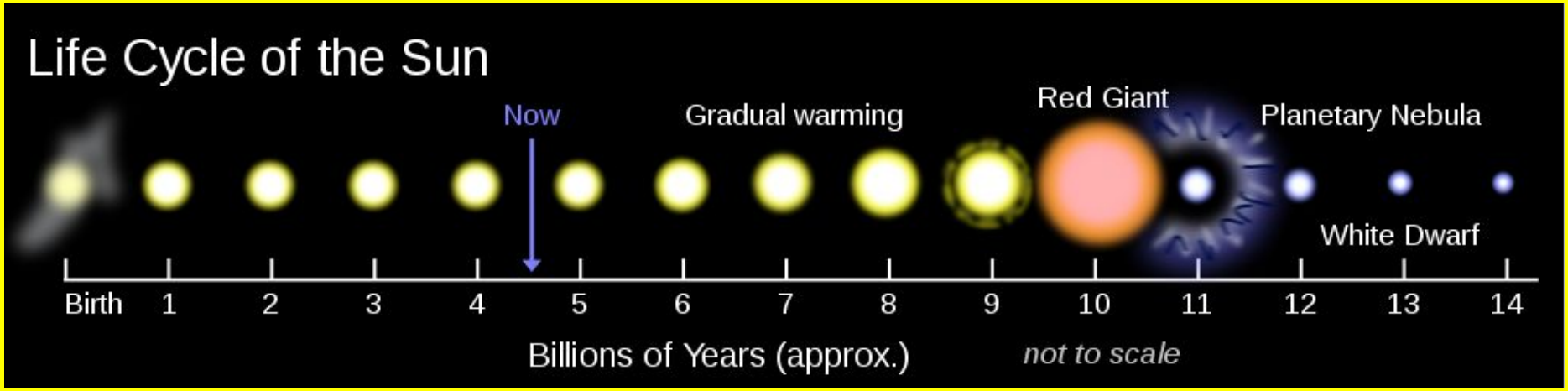


James Lovelock and Sandy

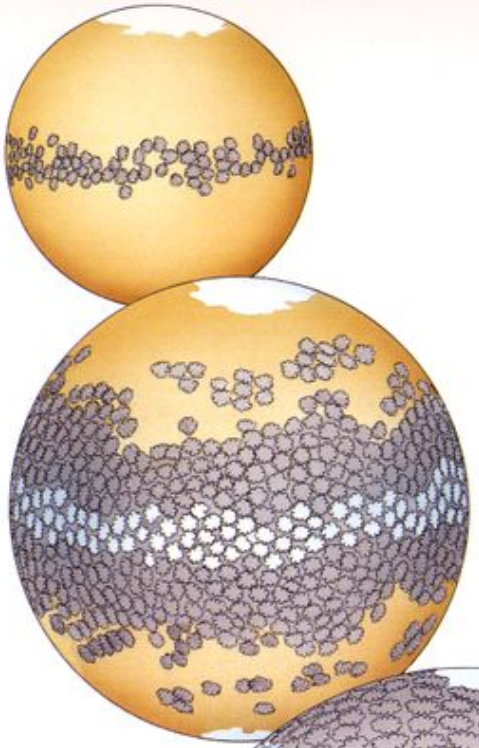


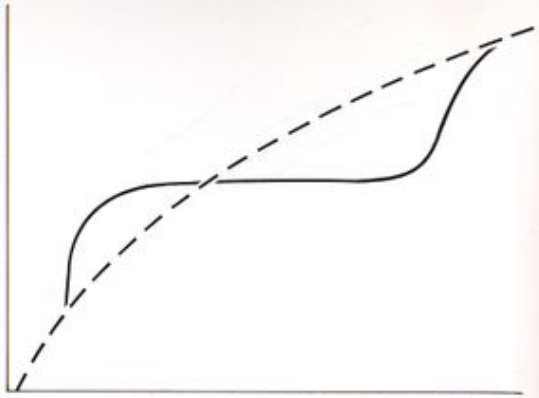
The Sun photographed by the Atmospheric Imaging Assembly (AIA 304) of NASA's Solar Dynamics Observatory (SDO)

Жизнь Солнца («желтого карлика», который превратится в «красного гиганта», а потом в «белого карлика»)
Шкала времени – миллиарды лет



during its current life in the main sequence, the Sun is gradually becoming more luminous (about 10% every 1 billion years), and its surface temperature is slowly rising. The increase in solar temperatures is such that in about another billion years the surface of the Earth will likely become too hot for liquid water to exist, ending all terrestrial life.

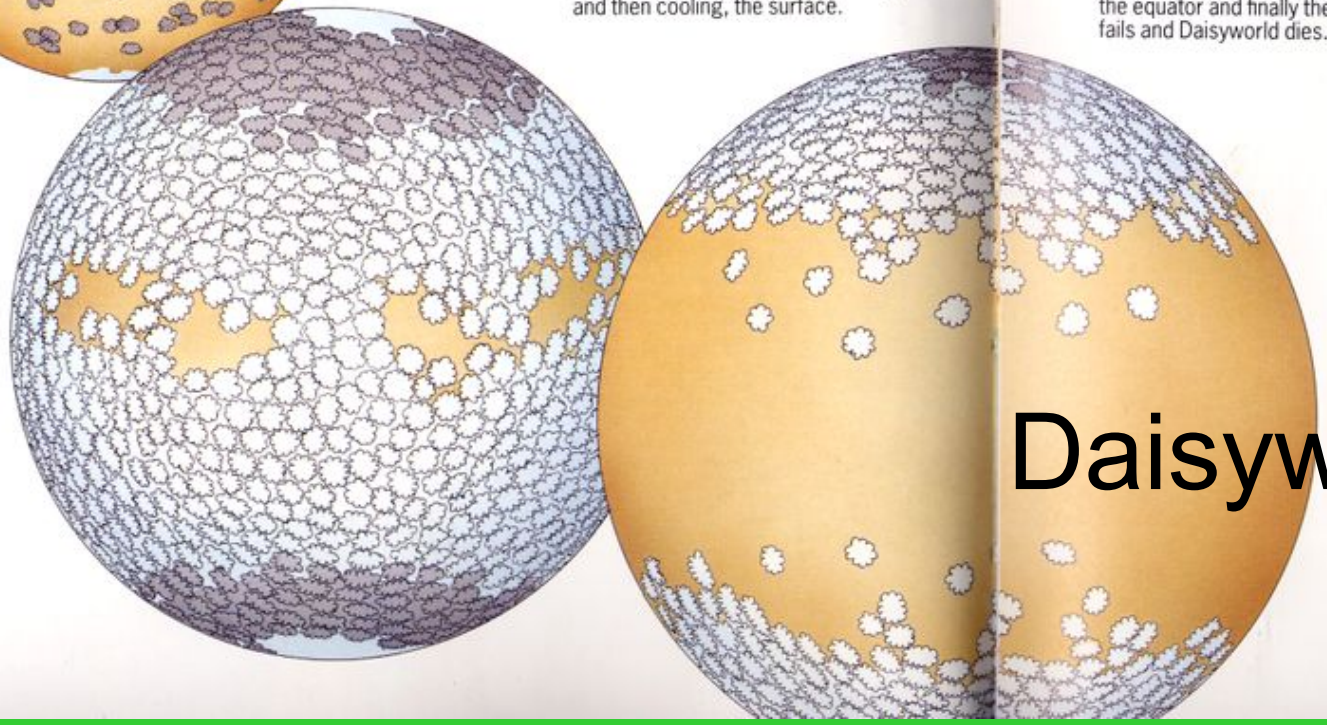




The evolution of climate on Daisyworld
The dashed curve shows the rise of temperature on the model planet due to increasing stellar luminosity, with no life present, and the solid line shows how a constant temperature is maintained with life (in the form of dark and light daisies) first warming, and then cooling, the surface.

Daisyworld: a model for Gaia
Welcome to planet Daisyworld: a computer model planet like the Earth, orbiting a star like the Sun, but on which the only species are light and dark daisies. In the distant past, when the star was less luminous, only the equatorial region would have been warm enough to permit the growth of daisies, and the dark daisies would have flourished, because they absorb more warmth from sunlight. Gradually the dark daisies would have colonized most of the planet, and by absorbing heat begun to warm the surface environment.

However, as the star's luminosity increased the lighter daisies would have been favoured instead, due to their natural ability to keep themselves and the planet cool, by reflecting more light. Finally, when the heat flux from the star becomes so great that not even the white daisies can keep the planet cool enough for life, deserts spread from the equator and finally the system fails and Daisyworld dies.



Daisyworld

Георгий Александрович Заварзин (1933 – 2011)

1738 г. - К. Линней сформулировал представление о множестве организмов

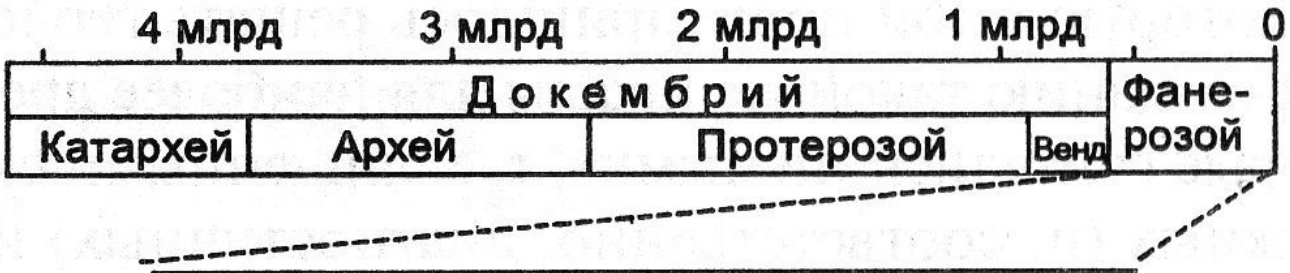
1799 г. - А. Гумбольдт предложил рассматривать взаимодействие одновременно существующих организмов с ландшафтом

1859 г. - Ч. Дарвин обосновал идею о том, что свойства каждого вида определяются его происхождением;

1896 г. - С.Н. Виноградский высказал идею о Земле как едином большом организме

1926 г. - В.И. Вернадский создал теорию биосферы

1979 г. - А. Лавлок выдвинул гипотезу, в которой биота определяет условия своего существования, регулирует состав атмосферы и климат



Эра	Период
Кайнозой, KZ (67)	Четвертичный, Q(1,5–2)
	Неоген, N (23)
	Палеоген, Ꝑ (42)
Мезозой, MZ (163)	Мел, K (70)
	Юра, J (58)
	Триас, T (35)
	Пермь, P (55)
	Карбон, C (65)
Палеозой, PZ (340)	Девон, D (55)
	Силур, S (35)
	Ордовик, O (60)
	Кембрий, Є (70)

Г.А.Заварзин «Лекции …»

Функциональное разнообразие прокариот сложило систему отношений биосферы и геосферы (точнее – литосферы).

Все остальные организмы вписывались в эту ранее сложившуюся систему отношений. Они не могли противоречить ей и удерживались только в том случае, если согласовывались с биогеохимической системой прокариот…

Understanding biogeochemical coevolution is critical to the survival of humans as we continue to influence the fluxes of matter and energy on a global scale. Microbial life can easily live without us; we, however, cannot survive without the global catalysis and environmental transformations it provides.

Science 23 May 2008: Vol. 320. no. 5879
Paul G. Falkowski, Tom Fenchel, Edward F. Delong

1. Развитие биосферы происходит <u>аддитивно</u> - за счет добавления новых компонентов к уже существующей и работающей системе

Г.А.Заварзин «Лекции …»

История биоты – аддитивная эволюция с этапами:

I. Прокариоты.

II. Прокариоты + протисты.

III. Прокариоты + протисты + многоклеточные.

Г.А.Заварзин «Лекции …»

На каждом этапе определяющая роль принадлежит первичным продуцентам – оксигенным фотоавтотрофам:

I. Цианобактерии

II. Цианобактерии + водоросли

III. Цианобактерии + водоросли + растения

Рис. 21. Усложнение биоты в процессе аддитивной эволюции как наслоение на биосферы прошлого (в шкале миллиардов лет).

Из: Г.А.Заварзин, 2011

Г.А.Заварзин «Лекции …»

Развитие фотоавтотрофов ограничивается плотностью хлорофилла на единицу обитаемой поверхности. Самозатенение!!! Величина первичной продукции Земли находится в пределах

$$(1\text{-}2) \times 10^2 \text{ ГтС/год}$$

2. Поддержание биогеохимических циклов возможно только за счет работы <u>сообщества</u> разных организмов

3. Биосфера была и остается <u>гетерогенной</u> системой, т.к. включает биотопы, существенно различающиеся по физико-химическим и биогеохимическим параметрам

Основные этапы развития биосферы (согласно схеме Г.А.Заварзина - 2003)

I-й этап - «добиосферный» - жизнедеятельность организмов

почти не сказывалась на глобальных геохимических процессах и облике земной поверхности. Первый миллиард лет существования планеты (4.5 - 3.5 млрд. лет тому назад)

Основные этапы развития биосферы
(согласно схеме Г.А.Заварзина - 2003)

II-й этап – «прокариотий»

- все обитавшие на Земле организмы - прокариоты. Длился примерно 1.5 млрд. лет (от 3.5 до 2 млрд. лет тому назад)

Основные этапы развития биосферы (согласно схеме Г.А. Заварзина - 2003)

III-й этап – «протистий»

- появляются первые одноклеточные эукариоты – протисты. Длился примерно 1 млрд. лет (от 2 до 1 млрд. лет тому назад)

Основные этапы развития биосферы (согласно схеме Г.А. Заварзина - 2003)

IV-й этап – «метазой» - от латинского Metazoa (многоклеточные животные) Появляются крупные бесскелетные животные (фауна венда и эдиакарская фауна. От 1 до 0.5 млрд. лет тому назад)

Основные этапы развития биосферы
(согласно схеме Г.А.Заварзина - 2003)

V-й этап – «плантий»

- (от англ. plant - растение). Выход на сушу растений и формирование растительного покрова. Начался примерно 400 миллионов лет тому назад и продолжается поныне

A *Homo sapiens*?

Лукас Кранах старший
(1472 – 1553)
Диптих «Адам и Ева»
История открытия здесь:
http://www.nasledie-rus.ru/podshivka/8618.php

Carl Edward Sagan (1934 –1996)

Carl Sagan, W. Reid Thompson, Robert Carlson, Donald Gurnett & Charles Hord

A search for life on Earth from the Galileo spacecraft // *Nature*. 1993. V. 365. P. 715 - 721

Galileo spacecraft - запуск к Юпитеру – 18 октября 1989 г.

Galileo Launch Date: 18 Oct 1989

The Space Shuttle Atlantis - carrying the Galileo spacecraft - soars above Florida on Oct. 18, 1989. The scene was recorded with a 70mm camera by astronaut Daniel Brandenstein. Image Credit: NASA

Galileo spacecraft

Galileo Over Io. Another artist's view of Galileo flying past Jupiter's volcanic moon Io. The image incorrectly show's the spacecraft's high gain antenna in its fully-deployed position. The antenna actually only opened into the funnel shape shown in most of the other mission artwork. Image Credit: NASA Credit: NASA

При подлёте к Земле на расстоянии 960 км (минимальное сближение) датчики «Галилео» обнаружили следующую картину:

CARL SAGAN'S CRITERIA FOR LIFE

1. Strong absorption of light at the red end of the visible spectrum, particularly over the continents. The light-absorbing pigment that causes this is chlorophyll, a molecule essential to plant life and photosynthesis. (Plants appear green because chlorophyll reflects green light and absorbs red and blues.)

2. Spectral absorption features caused by molecular oxygen in Earth's atmosphere. The amount of O_2 in our atmosphere is many orders of magnitude greater than is found on any other planet in the Solar System. An oxygen-rich atmosphere is a curiosity because oxygen slowly combines with rocks on the earth's surface. Maintaining the oxygen content requires some replenishing mechanism, in this case photosynthesis by plants - the action of life.

3. Infrared spectral lines caused by methane in the atmosphere. Although the amount of methane Galileo saw was miniscule - about 1 part per million - it is still important. In a oxygen-rich atmosphere like Earth's, methane should rapidly oxidize into water and CO_2. Not a single molecule of methane would remain in equilibrium. Biological action such as bacterial metabolism in bogs replenishes the supply

CARL SAGAN'S CRITERIA FOR LIFE

4. Modulated narrowband radio transmissions. These emissions look nothing like natural sources of radio waves like lightning and plasma instabilities in Earth's magnetosphere. They are clear signs of a technological civilization.