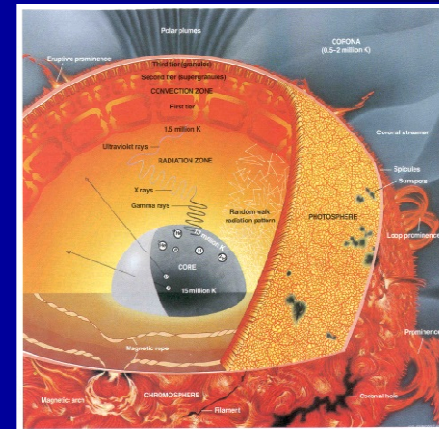


Рагульская М. В.
Обридко В. Н.



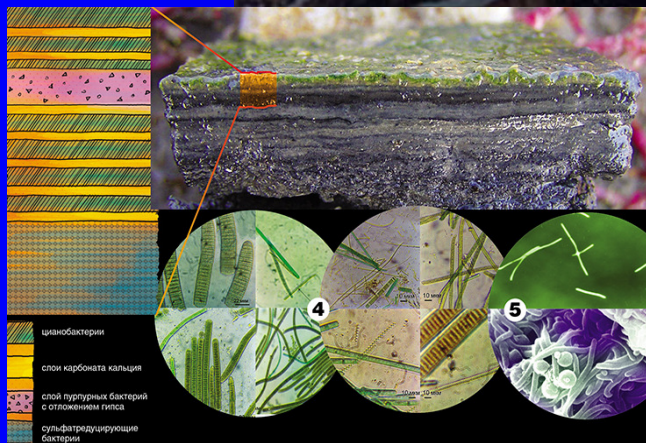
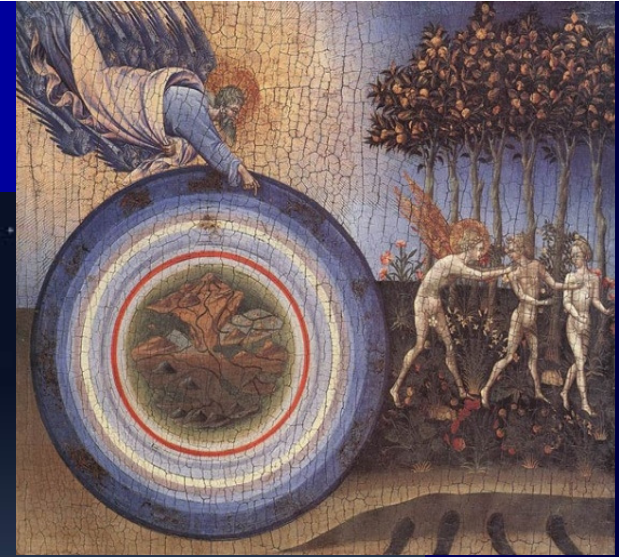
Молодое Солнце, физические условия на ранней земле и происхождение жизни: совместимые модели

Institute of Terrestrial Magnetism, Ionosphere and Radio Wave Propagation (ИЗМИРАН)

**ra_mary@mail.ru
obridko@mail.ru**

«О странствиях вечных и о Земле...»

Р. Брэдбери



«Но так уж устроен человек, что ему необходимо иметь перспективу.»

И. С. Шкловский, «Вселенная, жизнь, разум»

Верификация физических моделей ранней СС и Земли решеткой астробиологических и палеомагнитных данных

Раннее Солнце и Земля: все не так, как мы привыкли!

Ранняя Земля – время парадоксов.

Динамическое подобие с современным состоянием только с 2 млрд лет назад

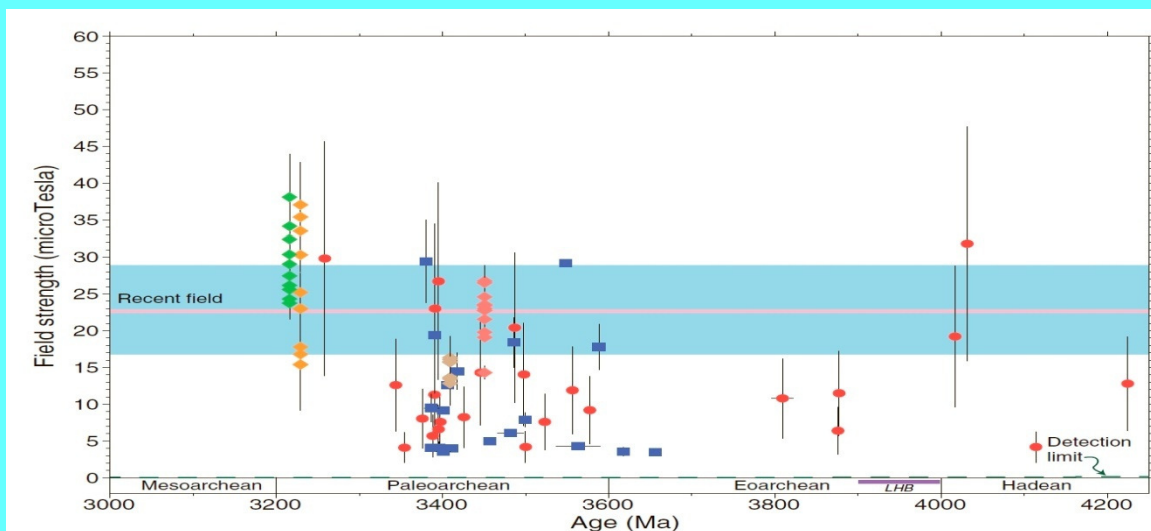


Геомагнитный парадокс

Палеомагнитные данные – сравнимое с современным магнитное поле 4,2 млрд. лет назад

- Теория динамо: твердая ядро и композиционная конвекция 1-2 млрд лет назад

Когда образовалось твердое ядро?

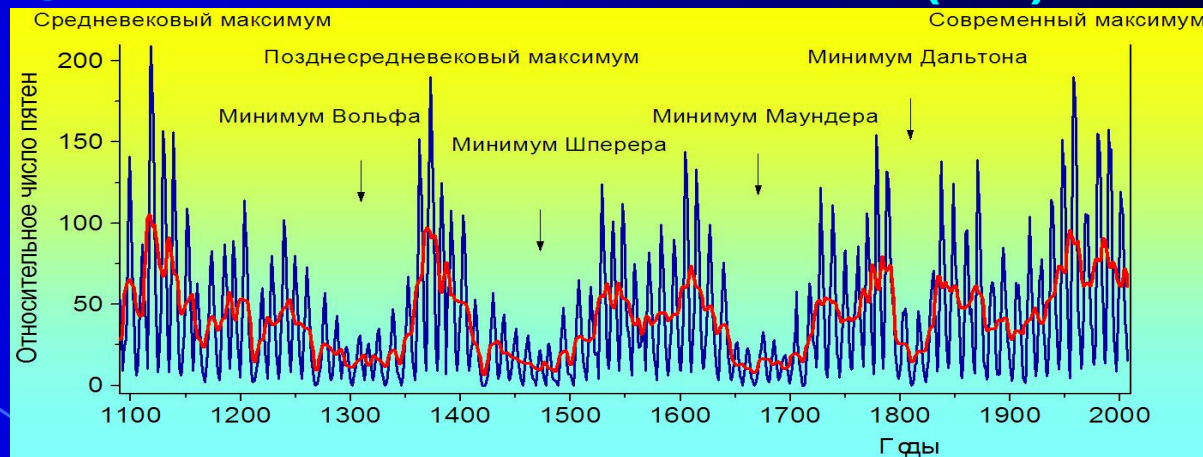
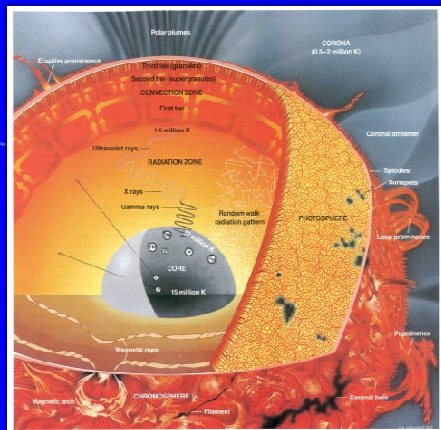


Tarduno et al,
Science,
2015,
v.349,p.523

- по 25 цирконам возраста между ~ 3,26 и ~ 4,22 Ga регистрируется палеонапряженность в диапазоне от ~ 4 и 29 мТл (метод Телье-Козэ)
- наличие геомагнитного поля, сопоставимого по уровню с современным.

Пути решения парадокса, и модель образования твердого ядра одновременно с образованием Земли представлены в работе **С. В. Старченко** в книге «Жизнь и Вселенная», Глава 9

Современное Солнце – период вращения 27-29 суток; 11-летний цикл солнечной активности (SA)



Раннее Солнце = Современное Солнце? **НЕТ!**

Раннее Солнце

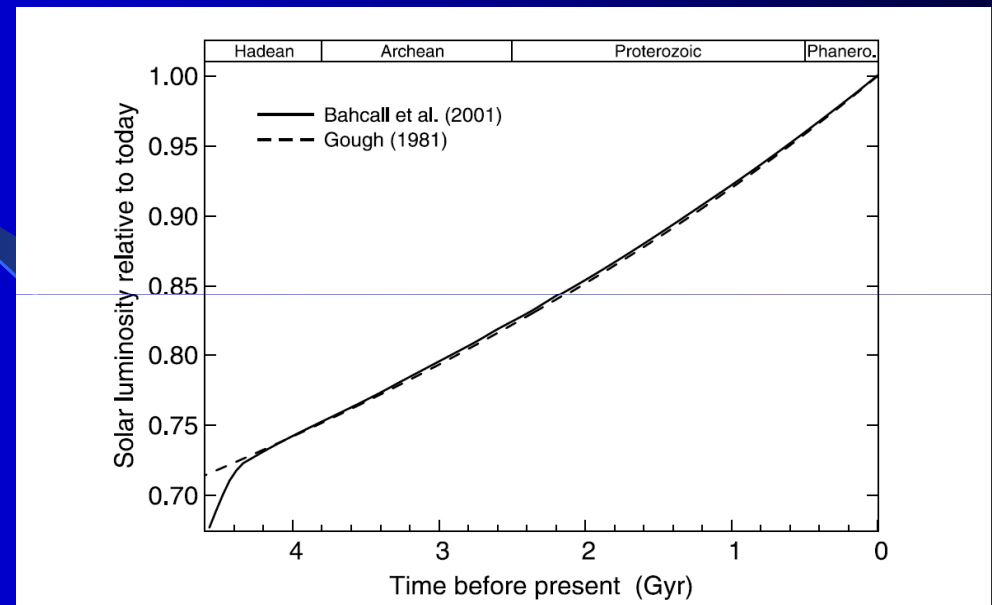
1. Период вращения – 8 - 10 дней, масса до 103%
2. Активность – нестабильная и нерегулярная
3. Интенсивность процессов излучения в 100-1000 раз выше современной, особенно в **рентгене и УФ** (М. Кацова и др, «Ж.В.» Гл.5)
4. Появление упорядоченных циклов около 2 млрд. лет назад, при периоде вращения 15 суток и интенсивности в 5-10 раз выше современного (В.В. Пипин, 2015)

РАННЕЕ СОЛНЦЕ. Светимость.

Стандартная солнечная модель (ССМ) - результат расчета эволюции звезды массой в 1 Солнце при условии, что при возрасте 4.6 млрд. лет светимость и радиус звезды равны современным солнечным. Калибровка - подгонка 2 параметров: содержания гелия (которое из наблюдений не определяется) и параметра α теории конвекции.

+ Упрощения: полная сферическая симметрия задачи, отсутствие аккреции и потери массы, без перемешивания вне областей конвекции и др.

Возраст Солнца определяется возрастом старейшего метеоритного вещества как 4.6 млрд. лет.



Эволюционный трек стандартной модели светимости Солнца на стадии Главной последовательности.

Светимость раннего Солнца – 70% от современной

Точка замерзания морской воды проходится при светимости 0,843 от современной. (половина жизни Земли)

Faint Young Sun Paradox (Парадокс «тусклого молодого Солнца»).

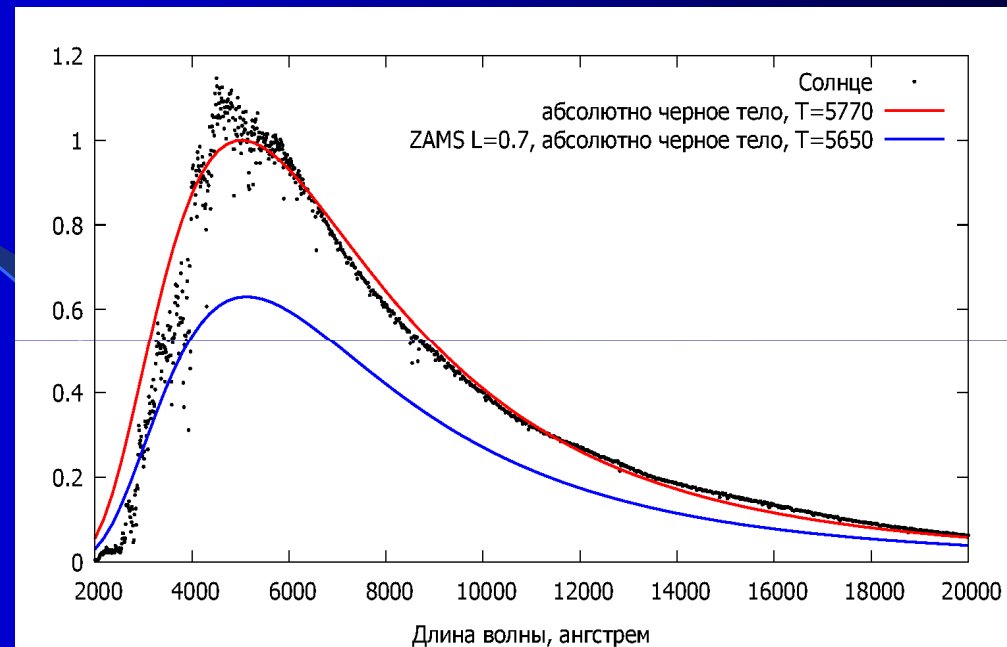
Если принять альбедо и теплоизлучающую способность Земли неизменными в течение всего времени эволюции Солнца, то до **2.3 млрд. лет назад океаны должны были замерзшими.**

Но!!! Это противоречит геологическим данным, согласно которым 3.6-3.8 млрд. лет назад на Земле была жидкая вода.

Увеличение потока в красной области спектра, вызванное сдвигом температуры Солнца, меньше общего ослабления потока, вызванного уменьшением светимости

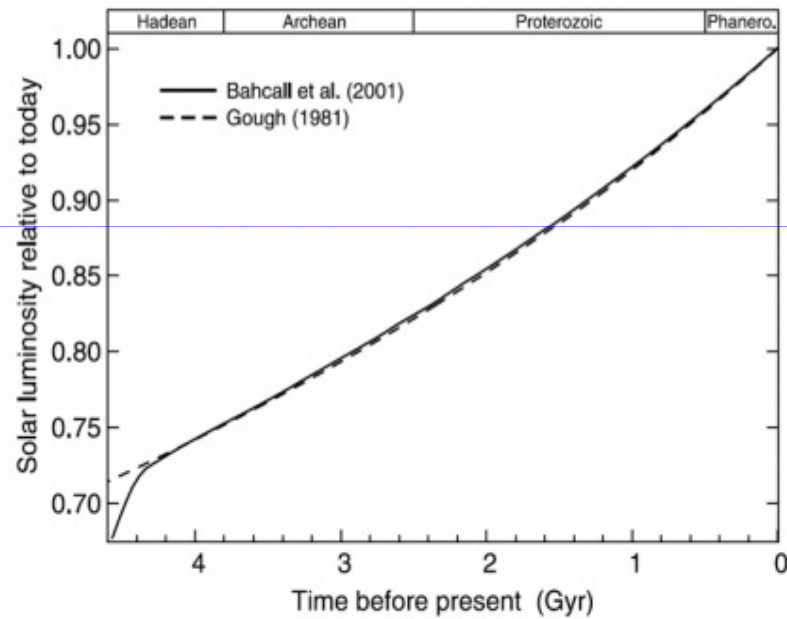
Спектральный состав излучения Солнца

Эффективная температура за 4.6 млрд. лет выросла от **5650** до **5770 К.**

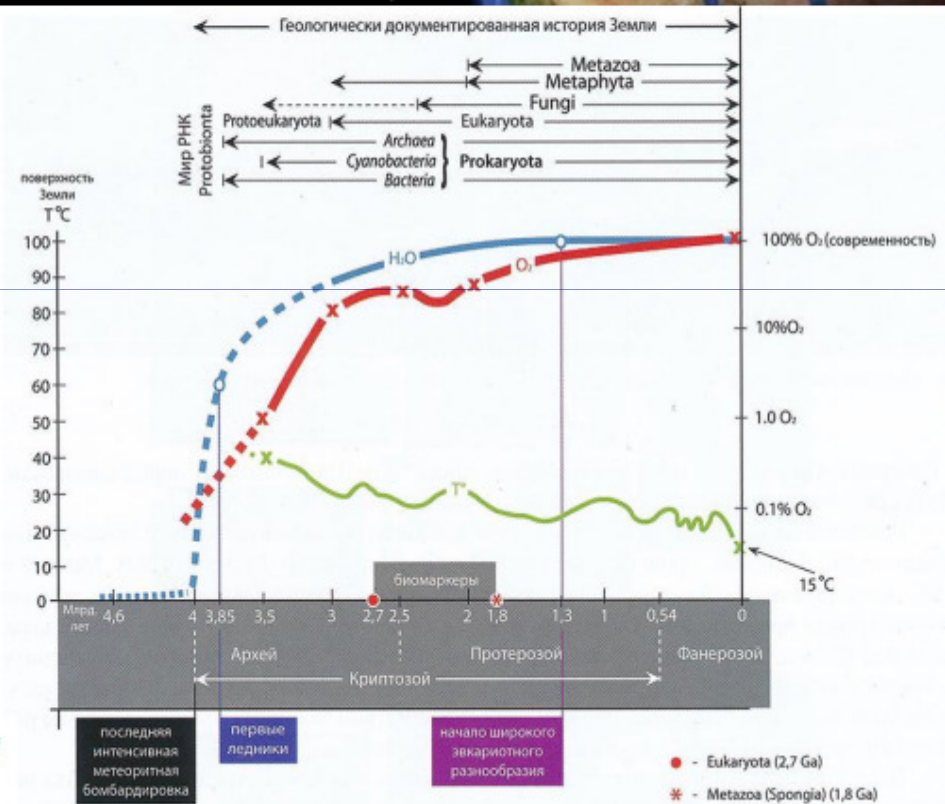


Спектральный состав излучения Солнца (точки) и абсолютно черного тела при эффективных температурах раннего и современного Солнца («Жизнь и Вселенная», Глава 3, С. В. Аюков и др.)

Особенности Парадокса



Evolution of solar luminosity over the four geologic eons for the standard solar model described in Bahcall et al. [2001] (solid line) and according to the approximation formula [Gough, 1981] (dashed line)



А.Ю. Розанов. Условия жизни на ранней Земле после 4.0 млрд. лет назад

(Из презентации Е. Г. Храмовой, «Ж. В.», Глава 6)

Пути решения:

другое Солнце, другая Земля, другое взаиморасположение

C.Sagan, G.Mullen, July 1972
"Earth and Mars: Evolution of Atmospheres and Surface Temperatures"

Баланс теплообмена для планеты:

$$1/4 S \cdot (1-A) = e \sigma T^4$$

A — альбедо, e — излучательная способность в ИК, S — солнечная постоянная, T — температура поверхности Земли.

Если

- 1) A, e постоянны в течение времени жизни Земли
- 2) S меняется в соответствии со светимостью

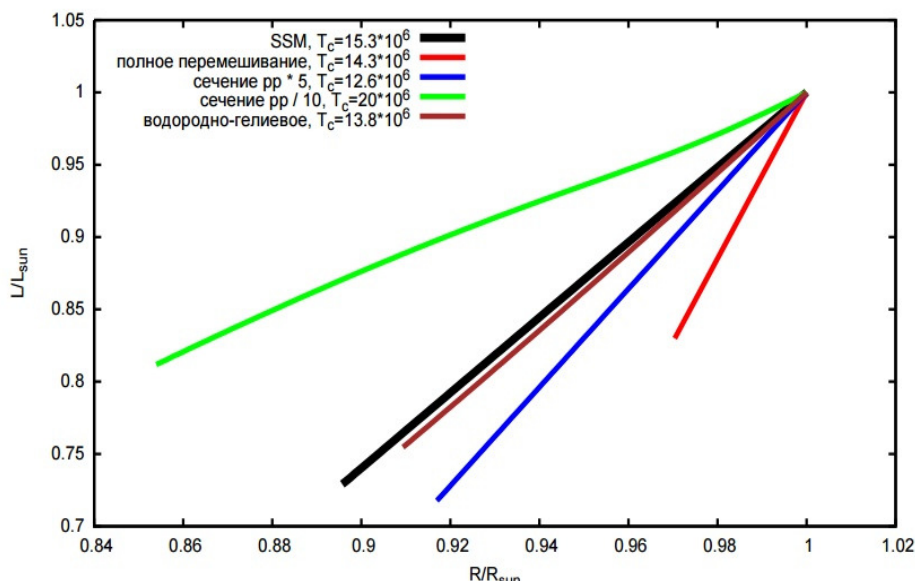
то

2.3 млрд. лет назад океаны должны были замерзнуть

1. Ранняя Земля – другие альбедо и теплоизлучение:

- А) Парниковые газы
- Б) Геотермальная супер-активность
- В) Биогенные факторы
- Г) Другая гравитационная постоянная

Нестандартные модели Солнца



2. Ранее Солнце – светимость мало менялась?

Нестандартные модели Солнца

3. Другое расстояние от Солнца до Земли

- А) Ранее Солнце – на 7 % больше массы
- Б) Другое положение Земли в Солн. системе

Образование солнечной системы – Миграция Юпитера

Jupiter's Decisive Role in the Inner Solar System's Early Evolution

Konstantin Batygin* and Gregory Laughlin†

*Division of Geological and Planetary Sciences, California Institute of Technology, 1200 E. California Blvd., Pasadena, CA 91125, USA, and †Department of Astronomy & Astrophysics, UCO/Lick Observatory, University of California, Santa Cruz, Santa Cruz, CA 95064, USA

Submitted to Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America

The statistics of extrasolar planetary systems indicate that the default mode of planet formation generates planets with orbital periods shorter than 100 days, and masses substantially exceeding that of the Earth. When viewed in this context, the Solar System is unusual. Here, we present simulations which show that a popular formation scenario for Jupiter and Saturn, in which Jupiter migrates inward from $a > 5$ AU to $a \sim 1.5$ AU before reversing direction, can explain the low overall mass of the Solar System's terrestrial planets, as well as the absence of planets with $a < 0.4$ AU. Jupiter's inward migration entrained $s \geq 10 - 100$ km planetesimals into low-order mean-motion resonances, shepherding and exciting their orbits. The resulting collisional cascade generated a planetesimal disk that, evolving under gas drag, would have driven any pre-existing short-period planets into the Sun. In this scenario, the Solar System's terrestrial planets formed from gas-starved mass-depleted debris that remained after the primary period of dynamical evolution.

planetary dynamics | solar system | extrasolar planets

Significance

The Solar System is an unusual member of the galactic planetary census in that it lacks planets that reside in close proximity to the Sun. In this work, we propose that the primordial nebula-driven process responsible for retention of Jupiter and Saturn at large orbital radii and sculpting Mars' low mass is also responsible for clearing out the Solar System's innermost region. Cumulatively, our results place the Solar System and the mechanisms that shaped its unique orbital architecture into a broader, extrasolar context.

Introduction

A full understanding of the formation and the early evolution of the Solar System ranks among natural science's grand challenges, and at present, even the dominant processes responsible for generating the observed planetary architecture

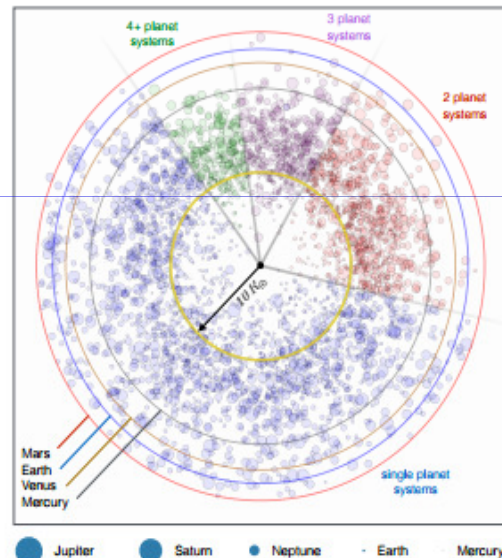


Fig. 1. Orbital distribution of sub-Jovian extrasolar planets. A collection of transiting planet candidates with radii $R < 5R_{\oplus}$, detected by the *Kepler* mission is shown. The radial distance away from the center of the figure represents a logarithmic measure of the planetary semi-major axis, such that the origin corresponds to the Sun's surface. The sizes of the individual points represent the physical radii of the planets. Further, the points are color-coded in accordance with multiplicity. The orbits of the terrestrial planets are also shown. Despite observational biases inherent to the observed distribution (e.g. transit probability, detectability) that work against detection of planets at increasing orbital radii, the raw contrast to our own Solar System is striking.

LETTER

doi:10.1038/nature10201

A low mass for Mars from Jupiter's early gas-driven migration

Kevin J. Walsh^{1,2}, Alessandro Morbidelli¹, Sean N. Raymond^{3,4}, David P. O'Brien⁵ & Avi M. Mandell⁶

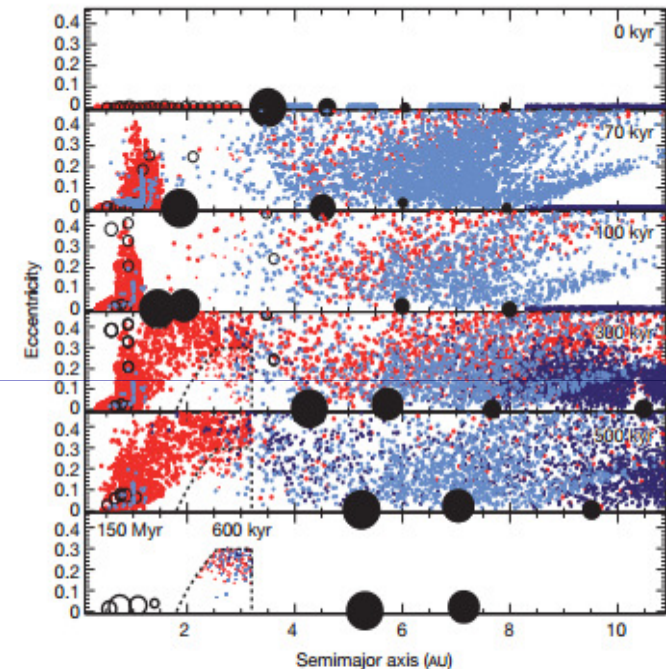


Figure 2 | The evolution of the small-body populations during the growth and migration of the giant planets, as described in Fig. 1. Jupiter, Saturn, Uranus and Neptune are represented by large black filled circles with evident inward-then-outward migration, and evident growth of Saturn, Uranus and Neptune. S-type planetesimals are represented by red dots, initially located between 0.3 and 3.0 AU. Planetary embryos are represented by large open circles scaled by $M^{1/3}$ (but not in scale relative to the giant planets), where M is mass. The C-type planetesimals starting between the giant planets are shown as light blue dots, and the outer-disk planetesimals as dark blue dots, initially between 8.0 and 13.0 AU. For all planetesimals, filled dots are used if they are inside the main asteroid belt and smaller open dots otherwise. The approximate boundaries of the main belt are drawn with dashed curves. The bottom panel combines the end state of the giant planet migration simulation (including only those planetesimals that finish in the asteroid belt) with the results of simulations of inner disk material (semimajor axis $a < 2$) evolved for 150 Myr (see Fig. 4), reproducing successful terrestrial planet simulations⁸.

Система Земля -Луна

ТВЕРДОТЕЛЬНАЯ АККУМУЛЯЦИЯ

две крайние модели

Модель I

Рускол Е.Л., 1960

Ко-аккреционная модель:
формирование долунного роя путем
гравитационного захвата тел
в сферу Хилла растущей планеты

Модель II

Hartmann W.K., Davis D.R., 1975;

Модель мегаимпакта:
формирование долунного роя в результате
выброса вещества при косом ударе
одного очень крупного тела

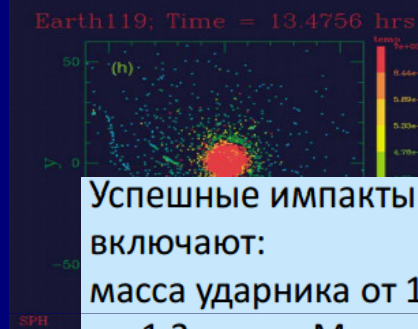
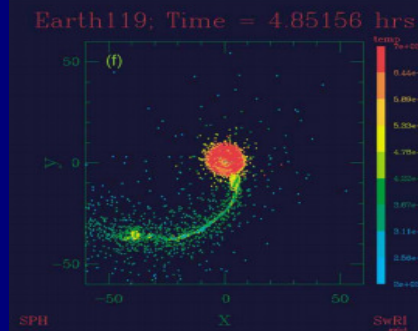
промежуточная модель

Модель III

Печерникова Г.В., 1989; Витязев А.В. и др., 1990

Обобщенная модель ко-аккреции:

формирование долунного роя путем гравитационного захвата
тел из зоны питания планеты и захват части вещества из
выбросов при ударах крупных тел в процессе роста планеты



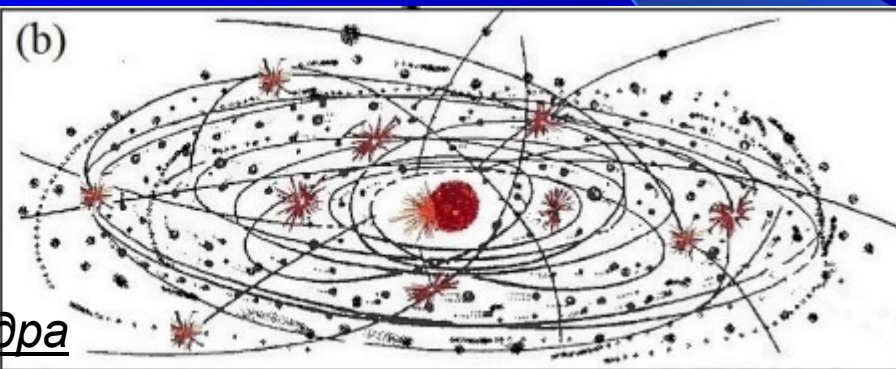
Успешные импакты
включают:
масса ударника от 1
до 1.3 массы Марса,
суммарная масса тел
 $M_T \geq 0,95 M_{\oplus}$,
скорости удара
 $1.0 \leq (v_{imp}/v_{esc}) \leq 1.1$,
диапазон угла удара
от 42 до 50 градусов,
угловой момент в
диапазоне
 $1.07 \leq L/L_{EM} \leq 1.37$.

Печерникова Г. В.

«Ж.В.», Глава 7 и 1

Растущая Земля
с долунным роем

Бомбардировка,
формирование ядра



Возможно, именно наличие Луны позволило Земле не
потерять магнитное поле, как Марсу

Добиологический синтез органических веществ
в молекулярных и протопланетных облаках,
Влияние межзвездной среды на биосферу

Молекулярные облака

- Массы — до $6 \cdot 10^6 M_{\odot}$
- Размеры — десятки пк
- Температура — 10–50 K
- Плотность — более 200 см^{-3}

Н.Г. Бочкарев, «ЖВ», Глава 1

Д. З. Вибе, «ЖВ», Глава 12



Процессы
возникновения жизни
могли начинаться уже
на этапе образования
звездных скоплений из
молекулярных
облаков.

Экспериментальный материал по химическому составу молекулярных облаков в межзвездном пространстве предполагает существование активного добиологического синтеза сложных органических веществ

Список известных межзвёздных и околозвёздных молекул

(<http://astrochymist.org/>)

Молекулы из двух атомов

AlF AlCl C₂ CH CH⁺ CN CO CO⁺ CP CS SiC HCl H₂ KCl NH NO NS NaCl OH PN SO SO⁺ SiN SiO SiS HF SH SH⁺ O₂
HCl⁺ OH⁺ CN⁻ AlO HCl⁺ NO⁺

Молекулы из трех атомов

C₃ C₂H C₂O C₂S CH₂ HCN HCO HCO⁺ HCS⁺ HOC⁺ H₂O H₂S HNC HNO MgCN MgNC N₂H⁺ N₂O NaCN OCS SO₂
c-SiC₂ CO₂ NH₂ H₃⁺ SiCN FeCN KCN H₂Cl⁺ H₂O⁺ AlOH HO₂ SiCSi

Молекулы из четырех атомов

c-C₃H I-C₃H C₃N C₃O C₃S C₂H₂ HCCN HCNH⁺ HNCO HNCS HOCO⁺ H₂CO H₂CN H₂CS H₃O⁺ NH₃ SiC₃ H₂O₂ HSCN
PH₃ I-C₃H⁺ NCCP MgCCH HCCO

Молекулы из пяти атомов

C₅ C₄H C₄Si I-C₃H₂ c-C₃H₂ CH₂CN CH₄ HC₃N HC₂NC HCOOH H₂CHN H₂C₂O H₂NCN HNC₃ SiH₄ H₂COH⁺ CH₃O
HNCNH NCCNH⁺

Молекулы из шести атомов

C₅H C₅O C₂H₄ CH₃CN CH₃NC CH₃OH CH₃SH HC₃NH⁺ HC₂CHO HCONH₂ I-H₂C₄ C₅N C₅N⁻ E-HNCHCN C₅S SiH₃CN

Молекулы из семи атомов

C₆H CH₂CHCN CH₃C₂H HC₅N HCOCH₃ NH₂CH₃ c-C₂H₄O CH₂CHOH C₇⁻(?) CH₃NCO

Молекулы из восьми атомов

CH₃C₃N HCOOCH₃ CH₃COOH C₇H H₂C₆ CH₂OHCHO NH₂CH₂CN CH₃CHNH

Молекулы из девяти атомов

CH₃C₄H CH₃CH₂CN (CH₃)₂O CH₃CH₂OH HC₇N C₈H

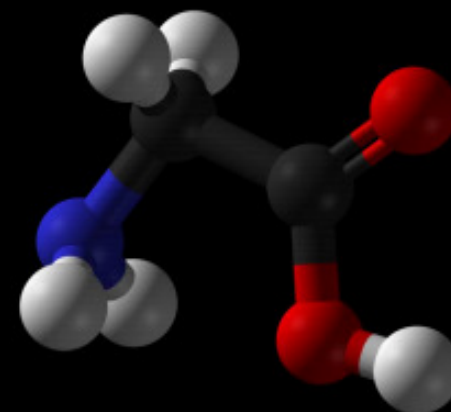
Молекулы из десяти атомов

CH₃C₅N? (CH₃)₂CO NH₂CH₂COOH? HOCH₂CH₂OH CH₃CHCH₂O

Молекулы из одиннадцати атомов HC₉N C₂H₅OCHO

Молекулы из двенадцати атомов CH₃OC₂H₅ C₃H₇CN

Молекулы из тринадцати атомов HC₁₁N?



Гипотезы о происхождении жизни сегодня

и 30 лет назад: что изменилось?

Новый экспериментальный материал:

1. Программа «Солнце во времени». Молодое Солнце – мощный УФ.
2. Космология Солнечной системы. Миграция планет-гигантов.
3. Органические соединения в молекулярных галактических облаках
3. Палеонтологические находки
4. Генетические исследования и конструирования. Ранняя Земля +60 С
5. Древнее геомагнитное поле. Возраст, теория и палео – данные?
6. Данные по спутникам планет - гигантов и экзопланетам

LETTERS

Palaeotemperature trend for Precambrian life inferred from resurrected proteins

Eric A. Gaucher¹, Sridhar Govindarajan² & Omjoy K. Ganesh³

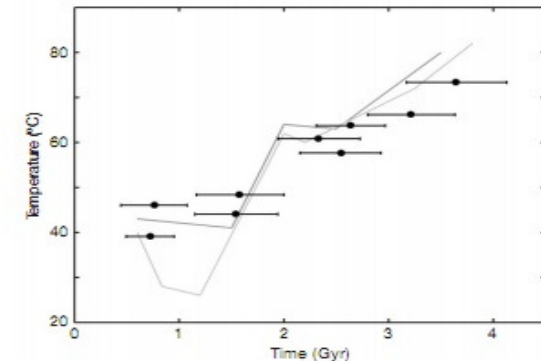


Figure 3 | Plot of ancestral EF melting temperatures against geological time. Molecular clock estimates are shown with their confidence intervals (horizontal bars) from ref. 16, using a 2.3-Ga minimum constraint for the Great Oxidation Event. Solid lines are temperature curves of the ancient ocean inferred from maximum $\delta^{18}\text{O}$ (light grey^{3,4}, dark grey⁵). Although not shown, an analogous trend is seen with $\delta^{30}\text{Si}$ isotopes⁶.

Жизнь – явление галактическое или только земное?

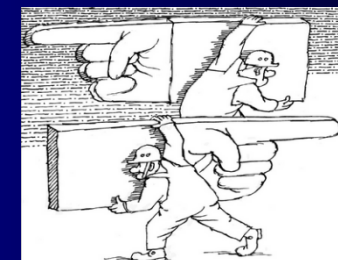
А. Ю. Розанов

В. А. Твердислов

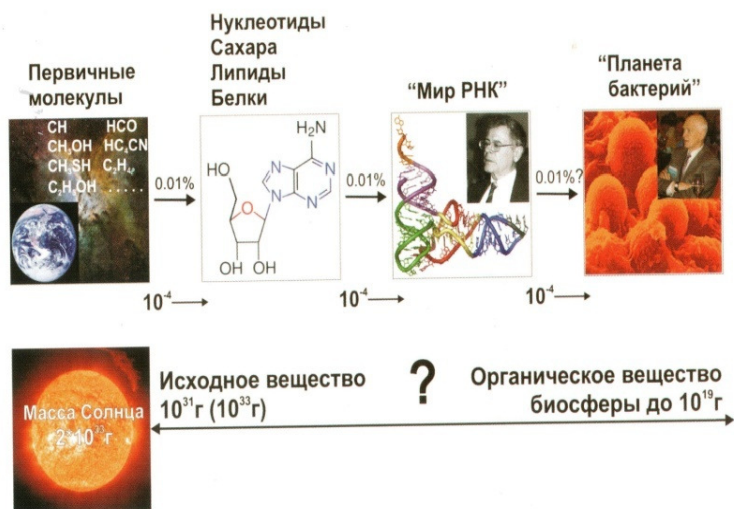
Формирование пробиотических молекул в протопланетном диске

Д. З. Вибе, М.И. Капралов

Проблема хиральности Земля или космос?

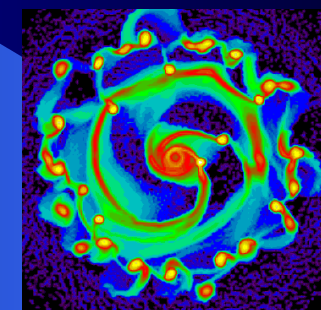


В.Н. Снытников. Астрокатализ – абиогенный синтез и химическая эволюция...



В таких гигантских межзвездных газопылевых комплексах запускается процесс формирования звезд, а с ними и планет. Фото: NASA, ESA

1. Поляризованное излучение звезды при формировании планетных систем (Н. Г. Бочкарев)



2. β -распад

Проблема недостатка исходной массы – допланетная жизнь? (В. Н. Снытников)

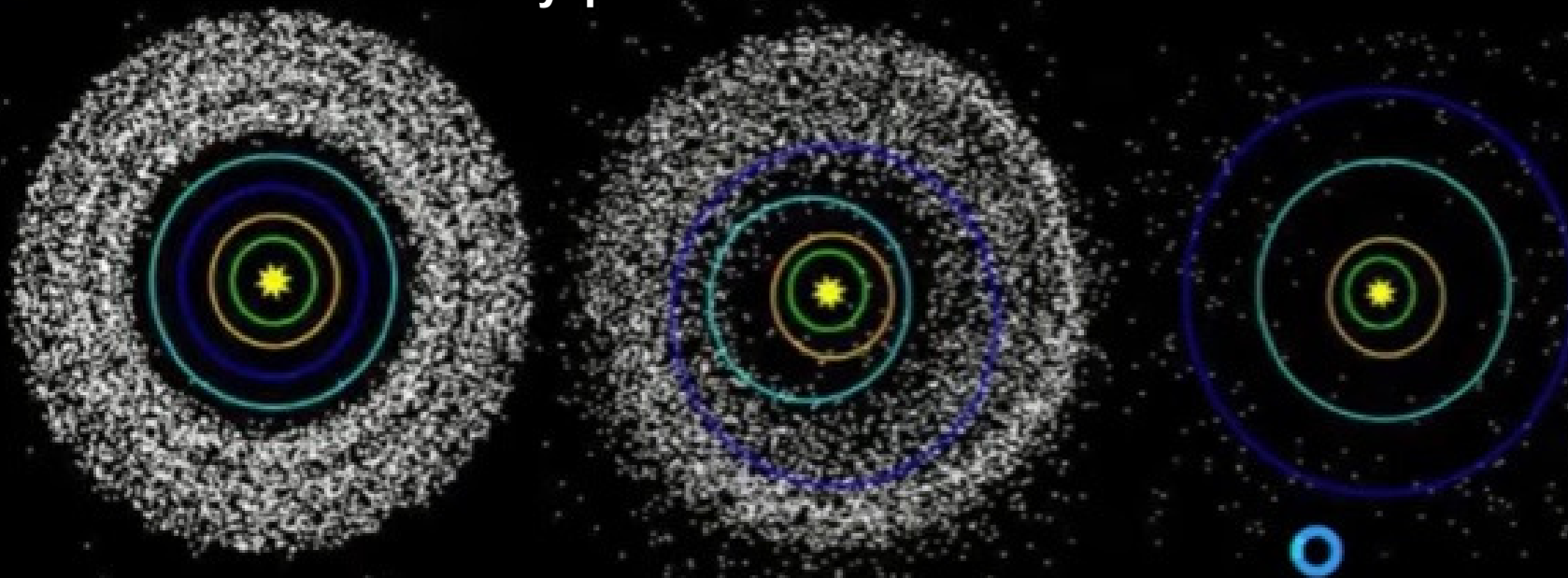
Мощное УФ-излучение молодого Солнца и космические лучи

Роль столкновений в ранней Солнечной системе. Планеты – «пастухи». Астероиды, как возможные «хранилища» и «переносчики» галактической жизни



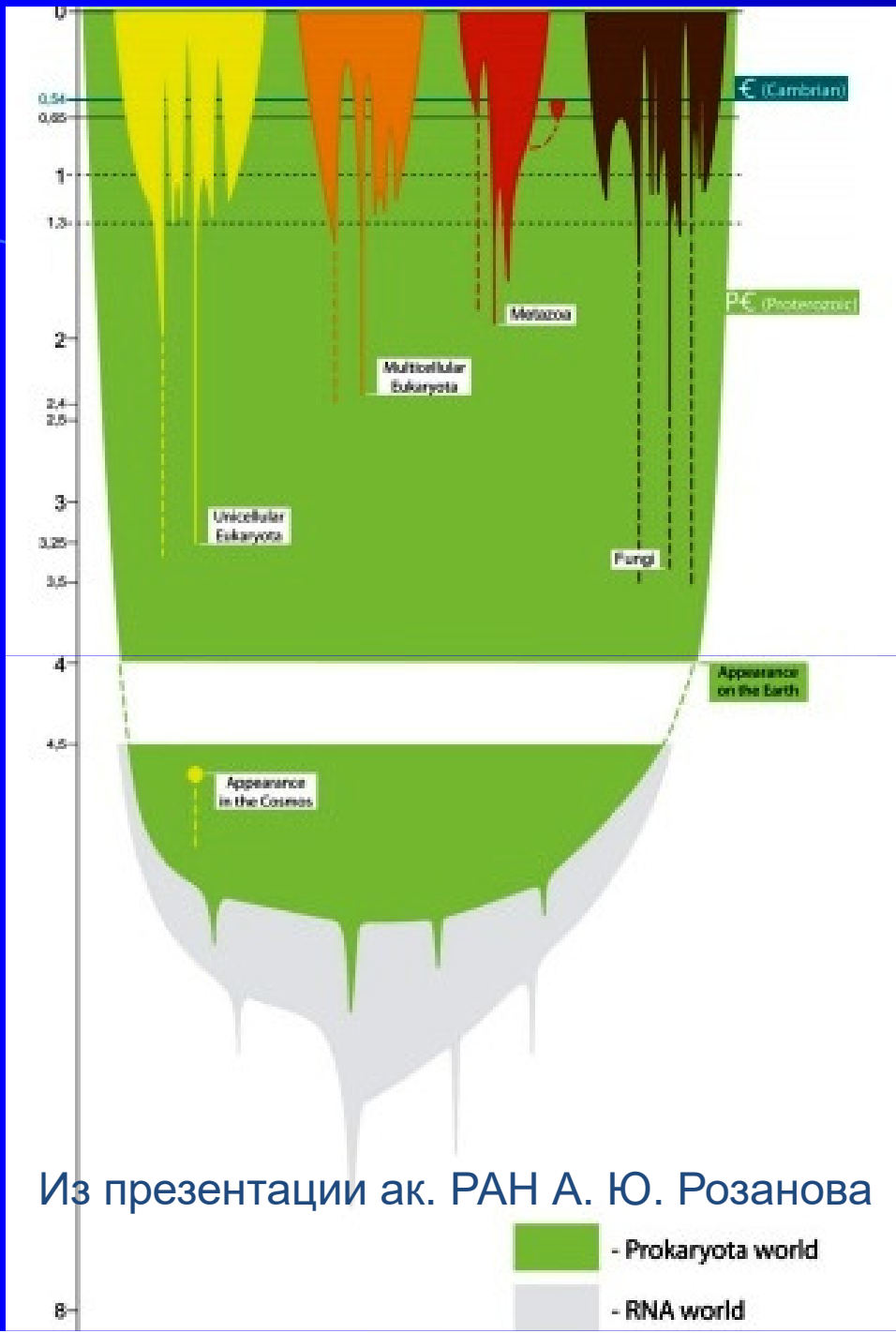
Бусарев В. В.
«ЖВ», Глава 17

ПОЗДНЯЯ БОМБАРДИРОВКА – лучшее время для межпланетного переноса жизни внутри Солнечной Системы



Примерно 600 млн лет от начала Солнечной системы на Землю, Марс и другие планеты выпало много астероидов и комет

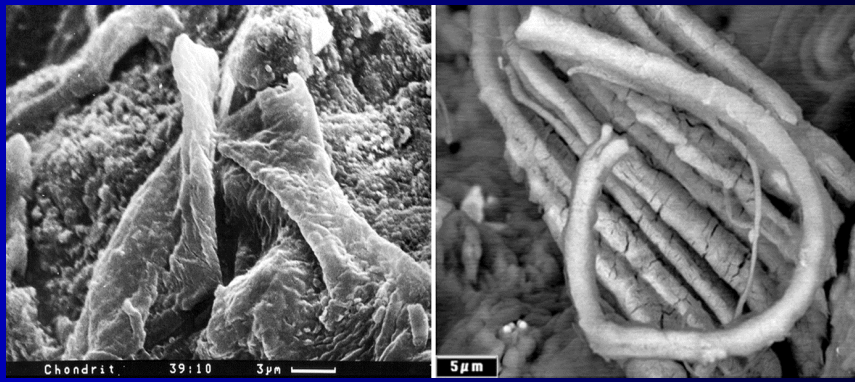
Они могли выбивать из планет обломки обратно в космос («Марсианские метеориты»)



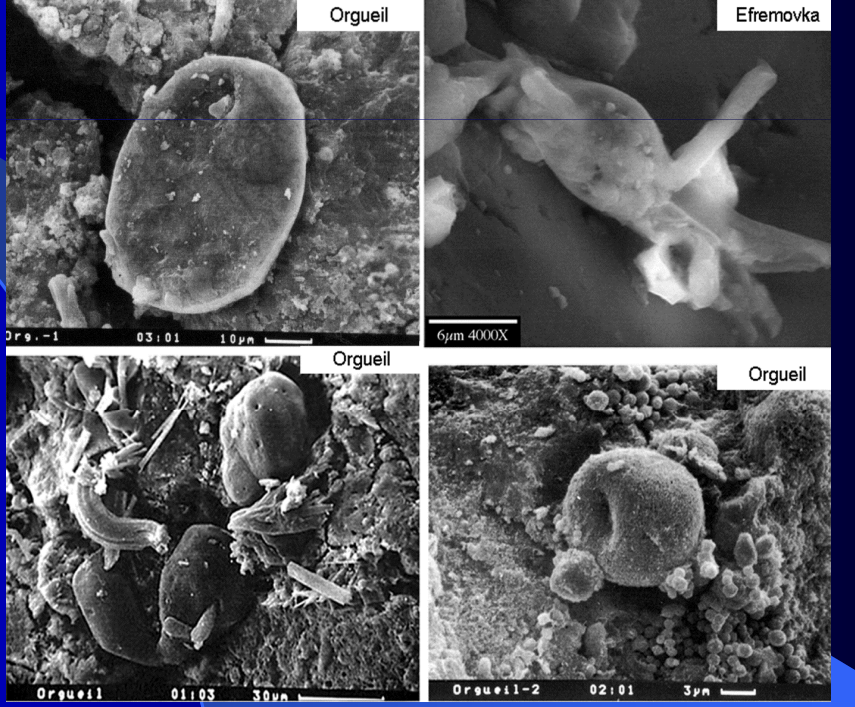
Из презентации ак. РАН А. Ю. Розанова

- Prokaryota world
- RNA world

Метеориты. Окаменелости прокариот



Метеориты. Окаменелости эукариот



«ЖВ», Глава 20

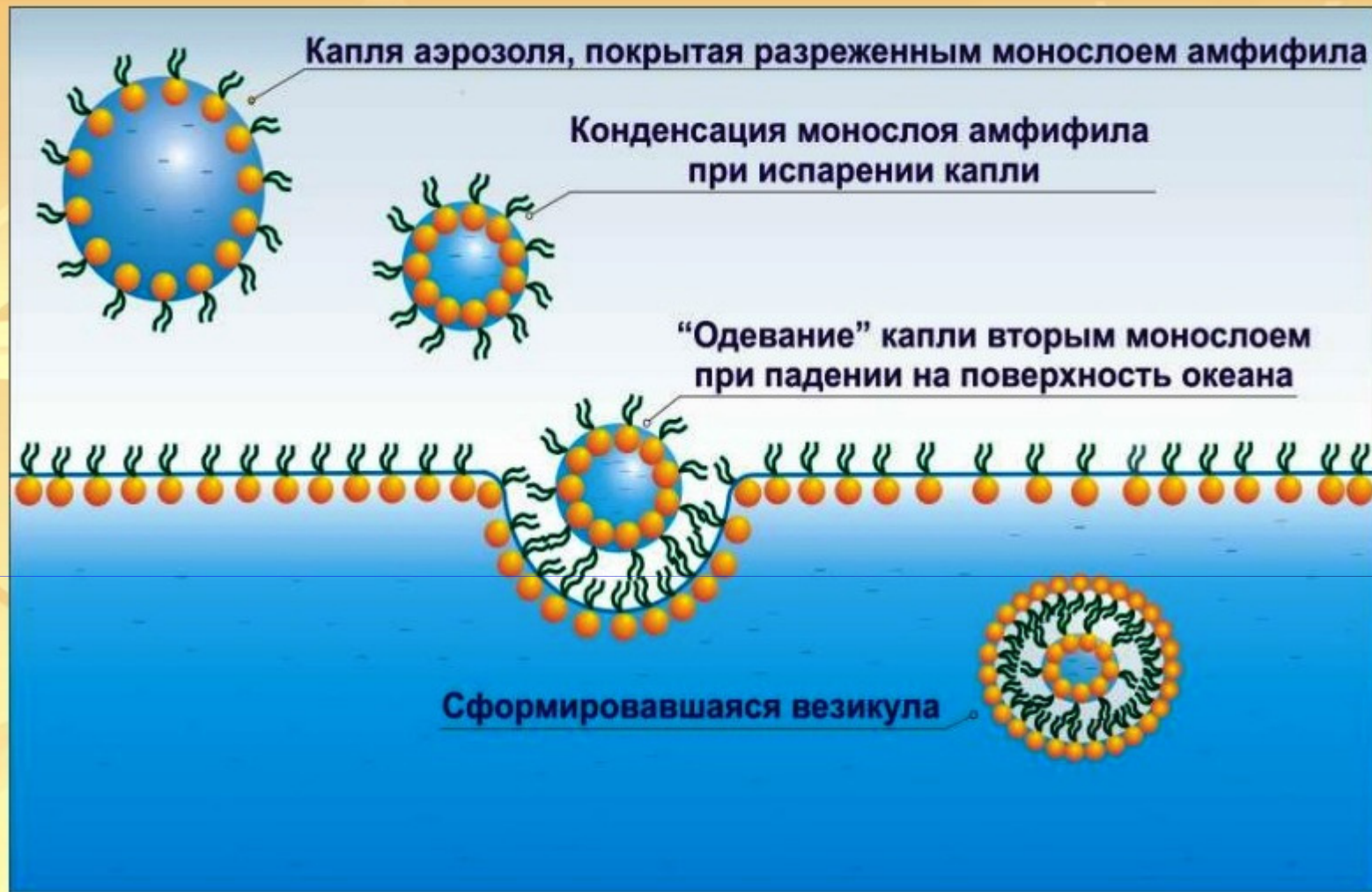


Схема образования бислойной липидной везикулы при падении капли аэрозоля на поверхность воды океана

Происхождение жизни

1. Процессы возникновения жизни могли начинаться уже на этапе образования звездных скоплений из молекулярных облаков или в протопланетных облаках. Данные по добиологическому синтезу органических веществ в молекулярных облаках позволяют не рассматривать в качестве конкурентов гипотезу панспермии (занесения изначальных биологических структур из космоса на Землю) и гипотезу зарождения первичной жизни на Земле. Скорее всего, эти гипотезы отражают разные этапы одного и того же процесса

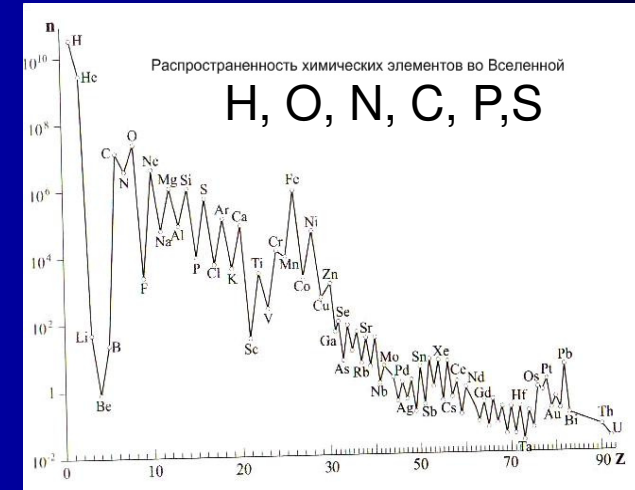
2. Жизнь возникает и может существовать не как отдельный биологический элемент любой степени сложности (РНК, белок или ДНК), но только как сложная открытая экосистема с различными взаимодополняющими компонентами (Г.А. Заварзин, теория функциональных связей в геосферно-биосферной системе. Эволюционно жизнеспособным является не возникновение отдельных биологических молекул, а возникновение комплексной экосистемы, причём - на границе трех фаз вещества (жидкой, твердой и газообразной).

3. Теоретические модели древней земной биосферы должны учитывать системообразующую роль интенсивного ультрафиолетового и рентгеновского излучения древнего Солнца

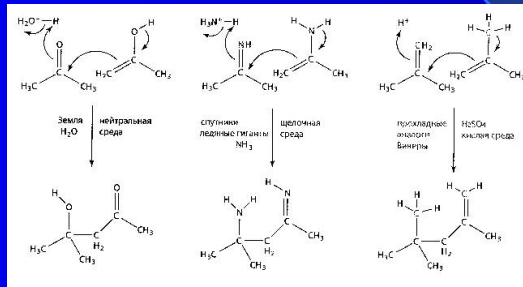
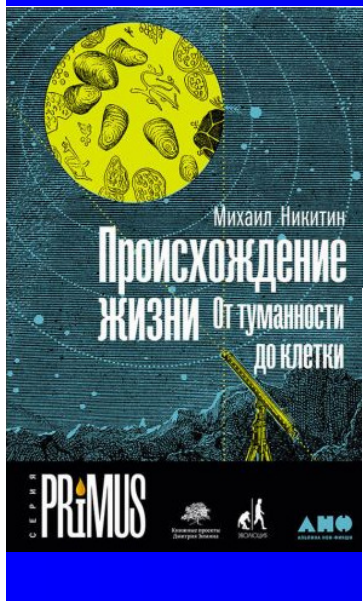
«Водно-углеродный шовинизм» (Карл Саган)

Замена углерода на кремний, азот или бор?

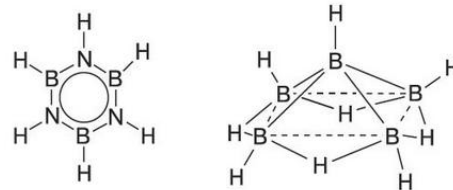
Использование в качестве растительного жидкого аммиака, серной кислоты и жидкой углекислоты



Альтернативная жизнь?



Механизмы формирования связей C-C в разных средах: в воде - конденсация, также в жидком аммиаке; в серной кислоте - реакция с ацетоном.



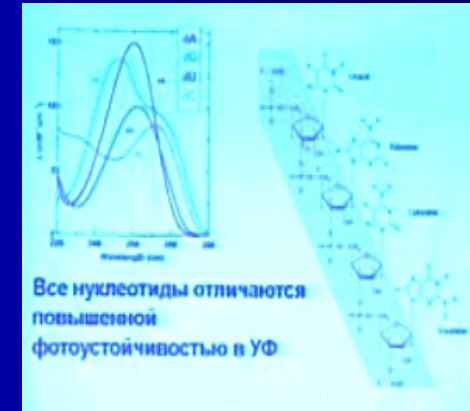
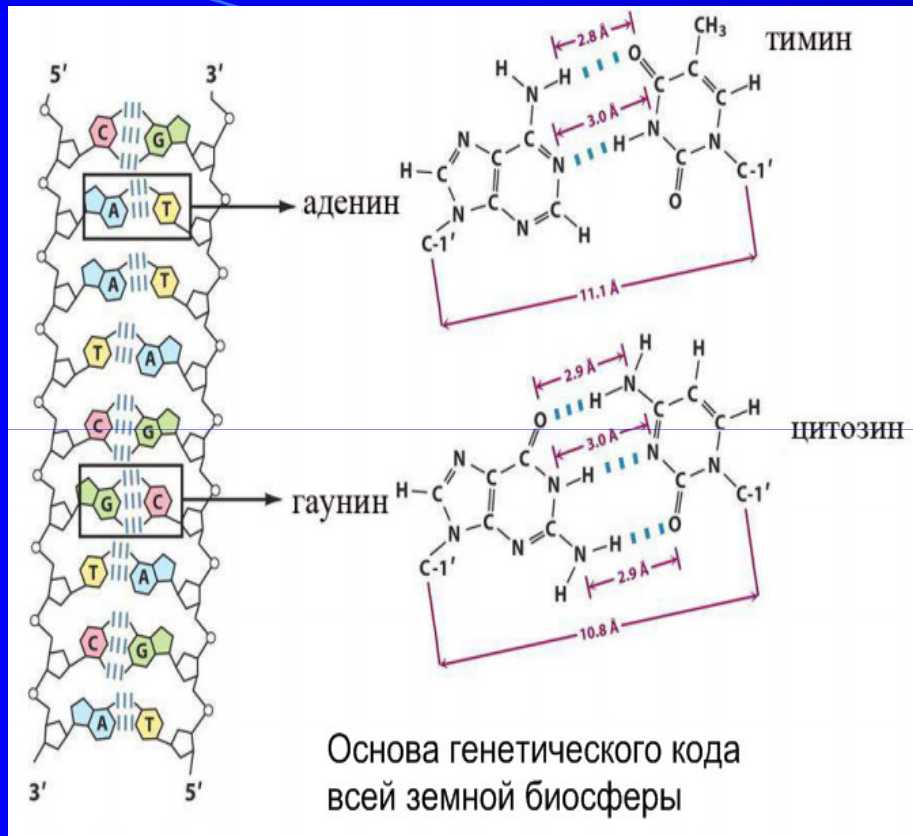
Боразол $B_3H_6N_3$ (аналог бензола) и пентаборан B_5H_9

Построение «кирпичиками»

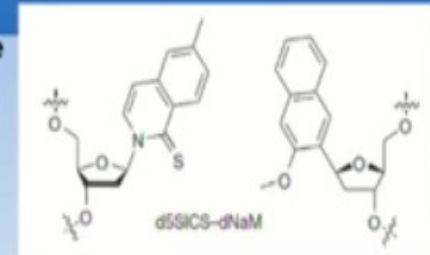
- Носители:
- ДНК
- РНК
- Белки
- Мембраны

- Эволюция по Дарвину:
- Размножение
- Мутации
- Наследственность
- Отбор

Генетический код



Аденин, гуанин, цитозин и урацил – не единственные возможные азотистые основания! Химики создали много других пар оснований, которые тоже могут входить в ДНК



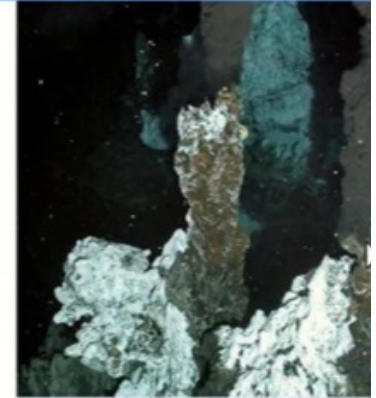
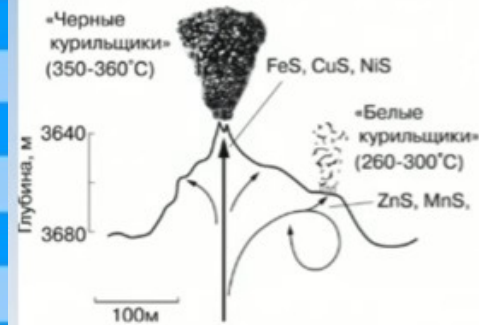
- А, Г, Т, Ц исключительно устойчивы к ультрафиолету (в 1000-10000 раз по сравнению с другими похожими молекулами)
- Они защищают от УФ соседние молекулы, например сахаро-фосфатную цепь
- Видимо, РНК и ДНК появились на свету, а не под землей или в глубинах моря

Наш единый генетический код не является единственно возможным, но является максимально устойчивым к УФ- излучению

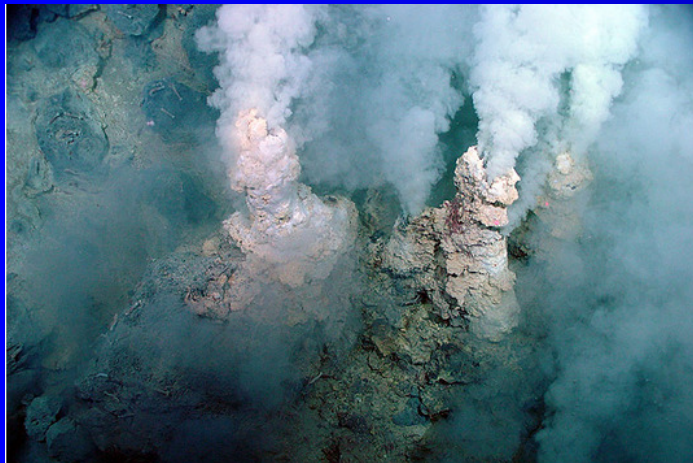
Внутриклеточная среда не совпадает по составу с морской водой

Ионы	Морская вода	Плазма крови	Цитоплазма клеток
Na ⁺	0.4	0.14	0.01
K ⁺	0.01	0.005	0.1
Ca ²⁺	0.01	0.002	0.001
Mg ²⁺	0.05	0.001	0.01
Fe	10 ⁻⁸ (Fe ²⁺)	10 ⁻⁵	10 ⁻³ -10 ⁻⁴
Mn ²⁺	10 ⁻⁸	10 ⁻⁸	10 ⁻⁶
Zn ²⁺	10 ⁻⁹	10 ⁻⁵	10 ⁻³ -10 ⁻⁴
Cu	10 ⁻⁹ (Cu ²⁺)	10 ⁻⁵	10 ⁻⁵
Cl	0.5	0.1	0.1
PO ₄ ³⁻	10 ⁻⁶ -10 ⁻⁹	10 ⁻⁵	10 ⁻²

"Чёрные курильщики" - возможная колыбель земной жизни



- Перегретая вода (свыше 300 градусов) несет сульфиды железа, цинка и марганца



Океанические вулканы, черные и белые курильщики, — претенденты на колыбель жизни

Роль УФ-излучения раннего Солнца в формировании жизни на Земле

Армен Мулкиджанян

Михаил Гальперин

Цинковый мир

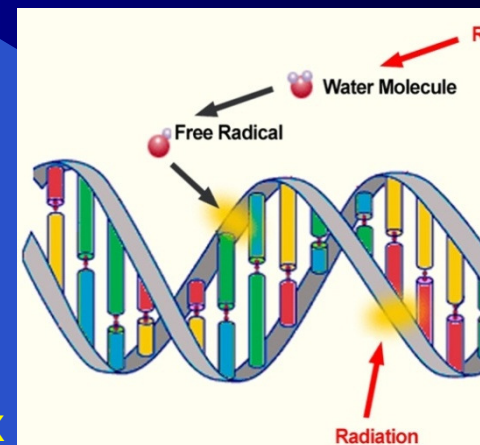
УФ как фактор отбора:

1. Отбор стойких к УФ азотистых оснований
2. Отбор нуклеотидов в комплиментарные пары
3. Отбор более длинных и устойчивых молекул РНК
4. Отбор гомохиральных нуклеотидов (смесь менее устойчива к УФ-излучению)

Пористые образования сульфида цинка гидротермального происхождения в нейтральной атмосфере древней Земли участвовали в процессе фотосинтеза первых на свете метаболитов, способствовали сборке первых РНК-подобных полимеров и, наконец, защищали их от выгорания.

ОБРАТНОЕ СООТНОШЕНИЕ НАТРИИ-КАЛИ
БЫВАЕТ В НАЗЕМНЫХ ГОРЯЧИХ ИСТОЧНИКАХ

Ионы	Морская вода	Плазма крови	Цитоплазма клеток
Na ⁺	0.4	0.14	0.01
K ⁺	0.01	0.005	0.1
Ca ²⁺	0.01	0.002	0.001
Mg ²⁺	0.05	0.001	0.01

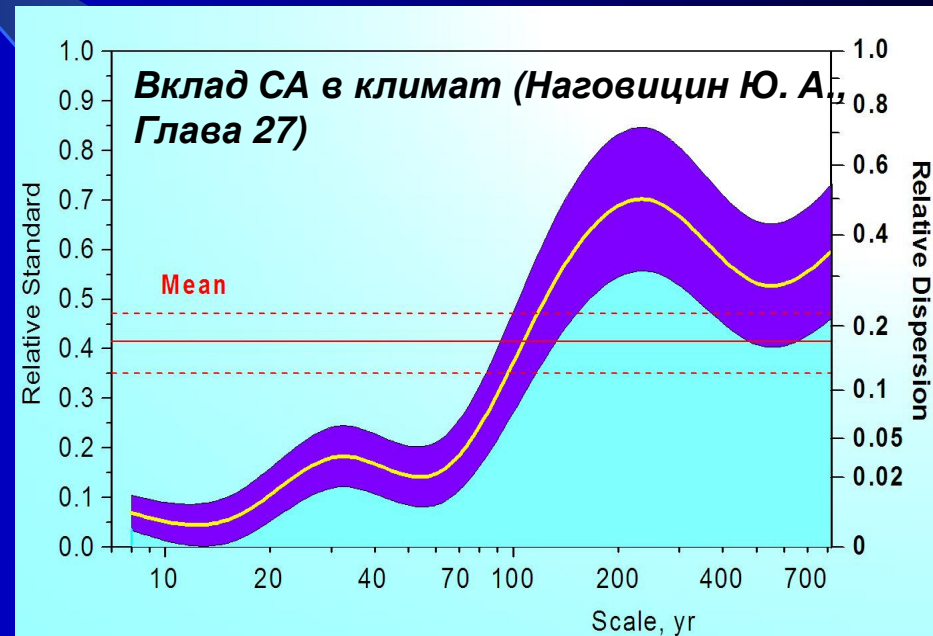
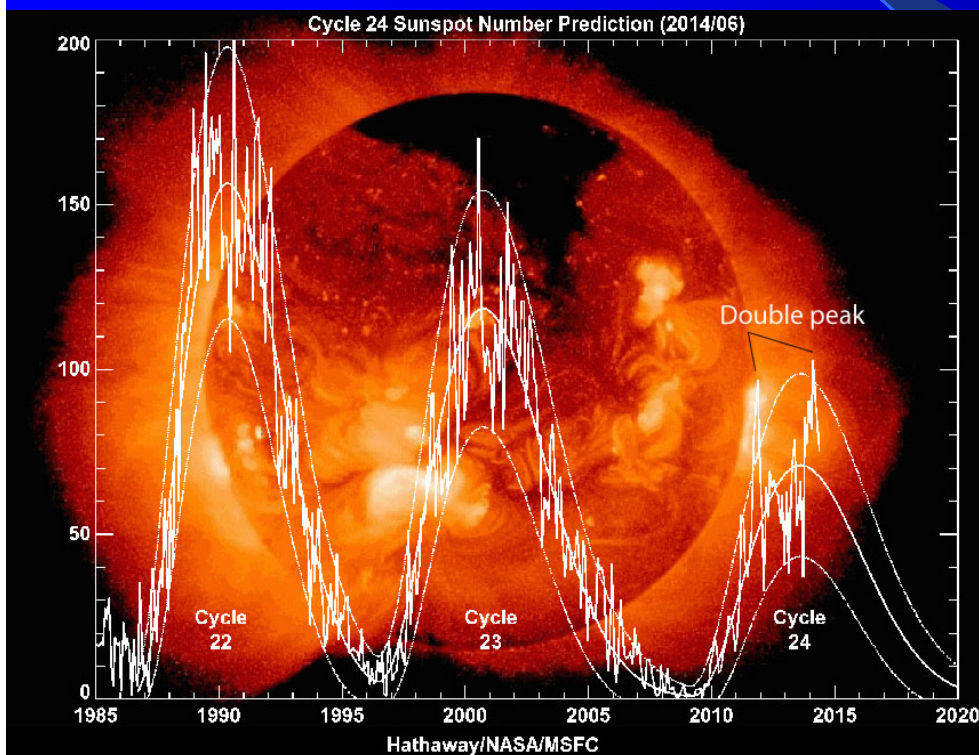
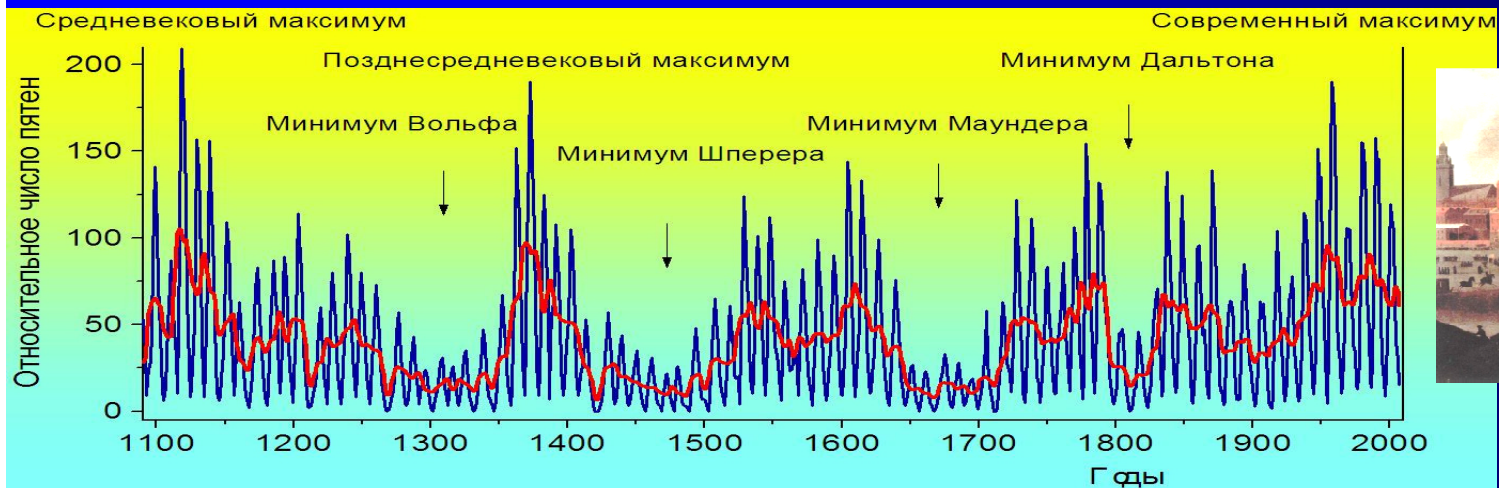


НАЗЕМНЫЕ ГОРЯЧИЕ ИСТОЧНИКИ — КОЛЫБЕЛЬ ЖИЗНИ

- Постоянный источник тепла — независимость от капризов погоды
- Подходящий состав солей
- Пересыхающие лужи накапливают разные вещества
- Постоянный источник фосфора в доступной форме
- Много разных химически активных минералов



Сохранение биосистемами древних программ адаптации для выживания в длительных изменениях СА, инверсиях геомагнитного поля, при прохождении рукавов Галактики



Этапы зарождения жизни

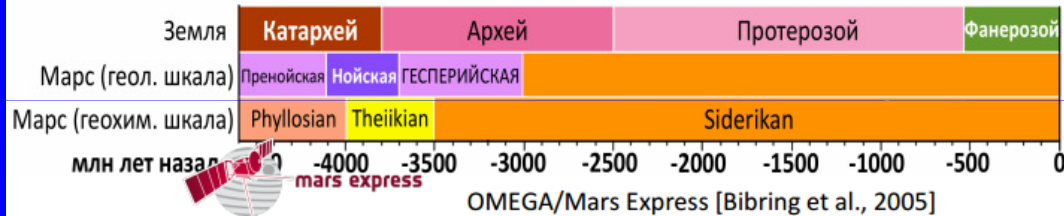
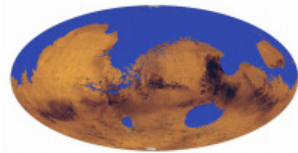
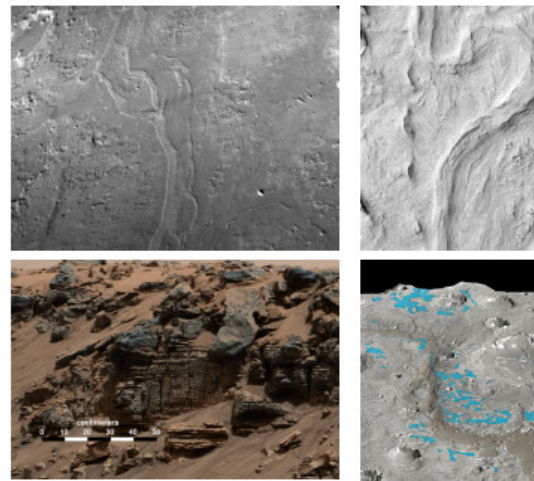


- Абиогенный синтез простых органических соединений *(нет проблем)*
- Абиогенный синтез сложных органических соединений – «кирпичиков» жизни *(основные проблемы почти решены)*
- Появление репликаторов (РНК?) *(проблем еще много, но они постепенно решаются)*
- После этого все уже намного проще, потому что начинает работать «дарвиновский» эволюционный механизм (наследственность, изменчивость, отбор)
- Появление универсального механизма точного синтеза полипептидов (генетического кода и механизма трансляции), ДНК, липидных мембран и первых клеток.
- LUCA – Last Universal Common Ancestor

(Из лекции А. В. Маркова,
зав. кафедрой биологической эволюции биофака МГУ)

РАННИЙ ТЕПЛЫЙ МАРС

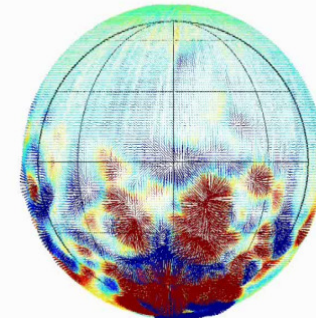
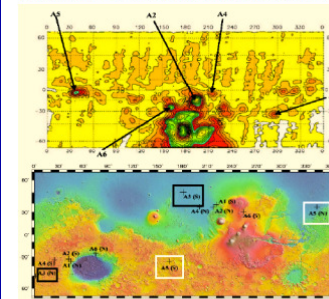
- Следы обильной жидкой воды на поверхности
 - 3.5 млрд. лет
 - ~500 м воды
- Минералы формировались в присутствии воды
 - Глины
 - Карбонаты



Мартс

Мартс: Что произошло с планетарным динамо?

Магнитные аномалии на поверхности Марса

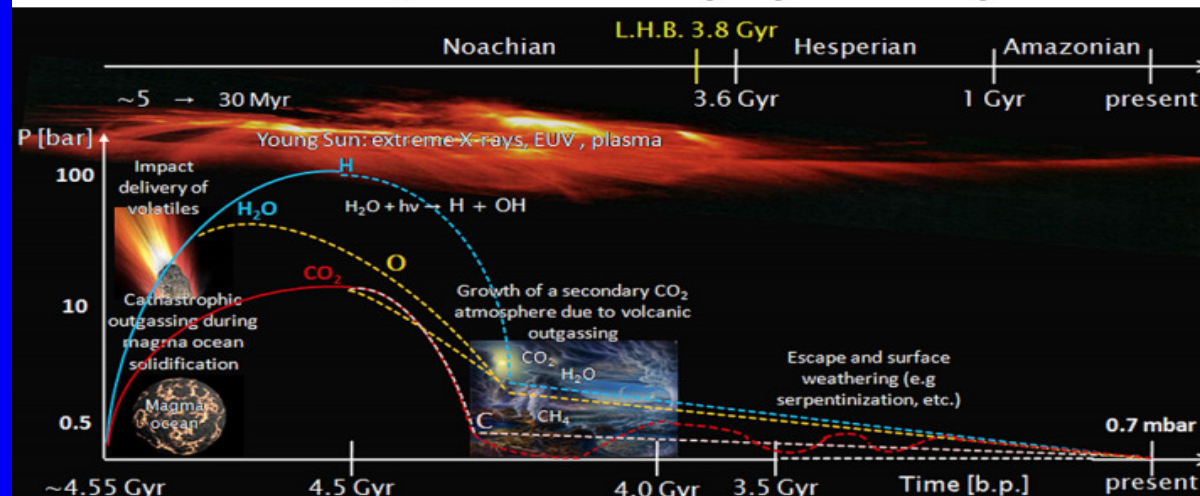


Положение полюсов древнего магнитного поля Марса на поверхности

- Активное динамо существовало 4 млрд. лет назад. Причина затухания – остывание планеты.
- Другая гипотеза – магнитное поле Марса находится в процессе переориентации?

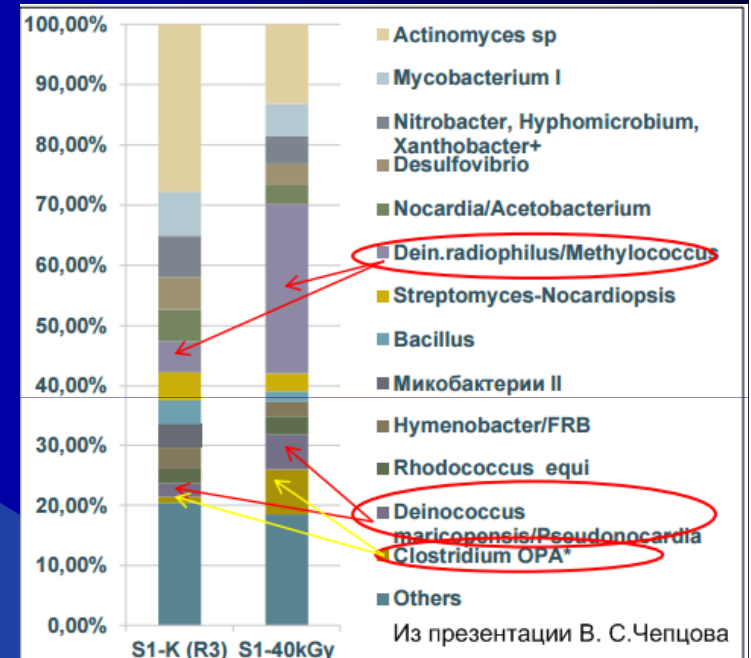
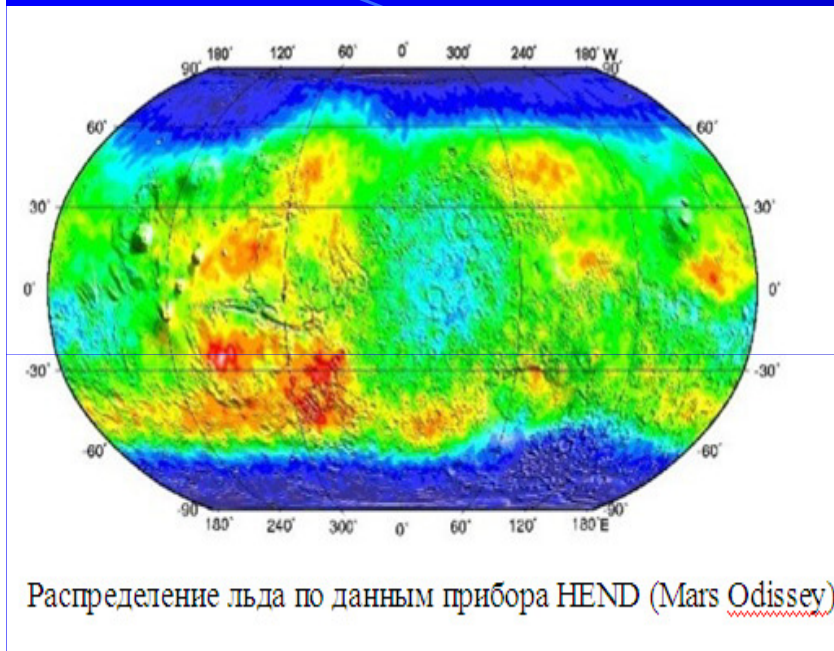
(Из презентации О. И. Кораблева)

Эволюция атмосферы Марса



Гипотеза: экзотическая квази –периодическая биосфера Марса (период около 120 000 лет)

А. К. Павлов, В. С. Чепцов



Структура микробного сообщества образца почвы горной пустыни до и после облучения дозой 40 кГр (ГХМС липидных маркеров).

Экспериментальные данные позволяют предполагать возможность сохранения потенциальных внеземных микробных сообществ в анабиотическом состоянии: а) в течение не менее 13-20 млн. лет в поверхностном слое марсианского реголита в условиях, близких к современным; б) в течение 200-500 тыс. лет в открытом космосе (в составе метеоритов); в) в течение 1100-1300 лет в поверхностном слое льда Европы.

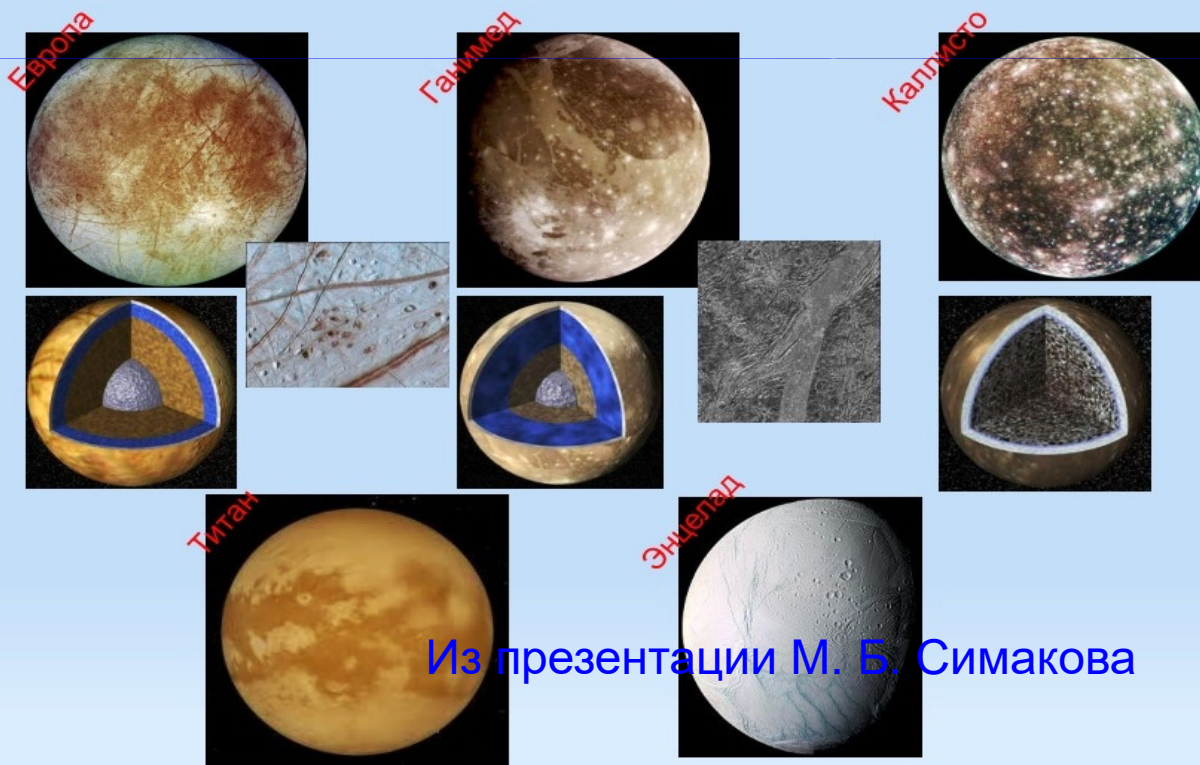
Критерии существования биосферы земного типа за пределами Земли:

- 1) наличие жидкой воды, которая существует геологический период времени;
- 2) наличие широкого набора неорганических и органических веществ, необходимых для метаболизма;
- 3) наличие источников энергии

Источники энергии спутников планет-гигантов:

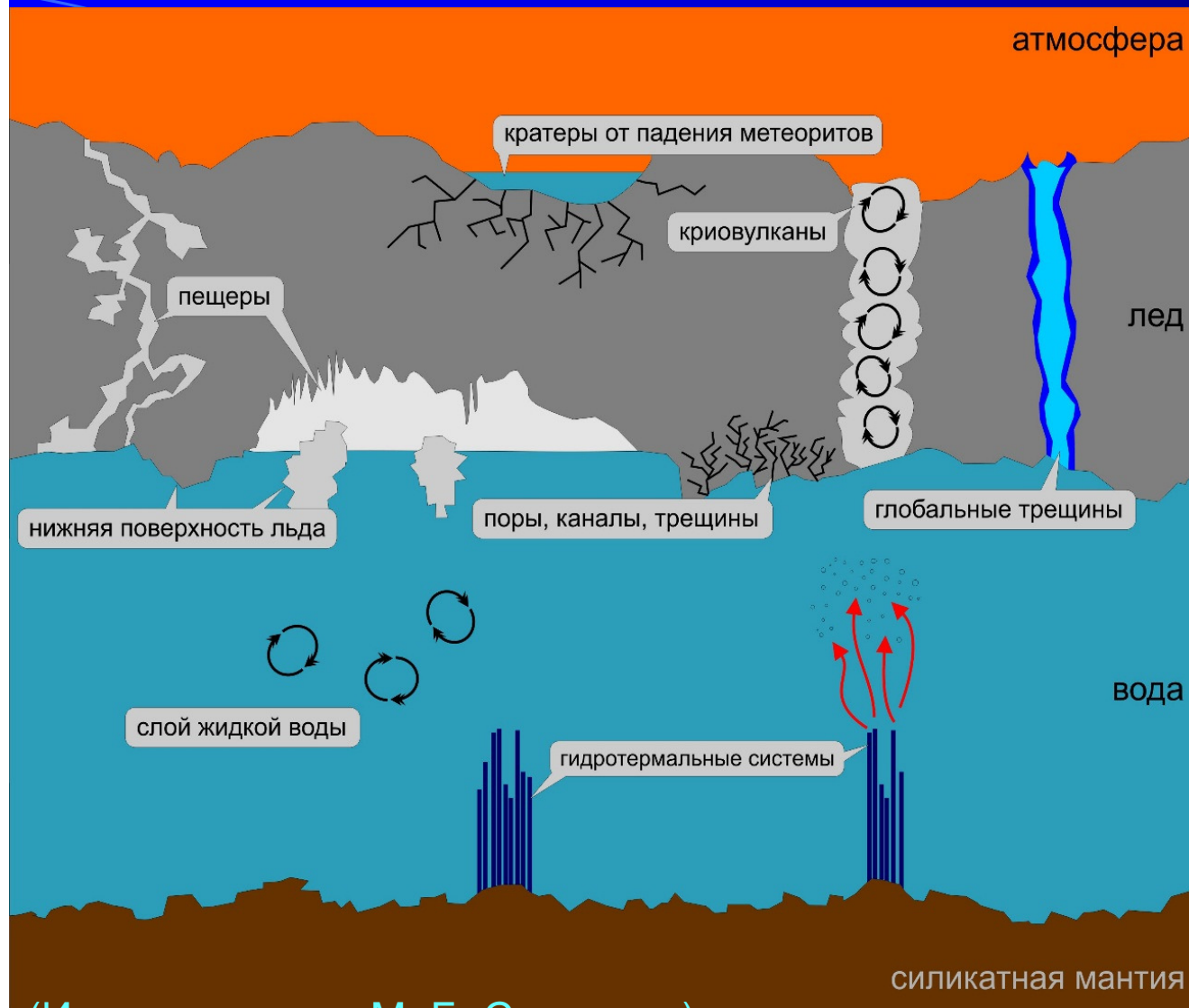
1. радиогенное тепло ядра;
2. приливная энергия;
3. удары метеоритов;
4. солнечная энергия атмосферной фотохимии;
5. молнии в атмосфере;
6. космические лучи;
7. электроны магнитосферы Сатурна или Юпитера (для Титана, Европы);
8. химический потенциал окислительно-восстановительных реакций.

Ледяные спутники



Из презентации М. Б. Симакова

Титан (спутник Сатурна): ниши для существования Биологических сообществ – аналогов земной жизни

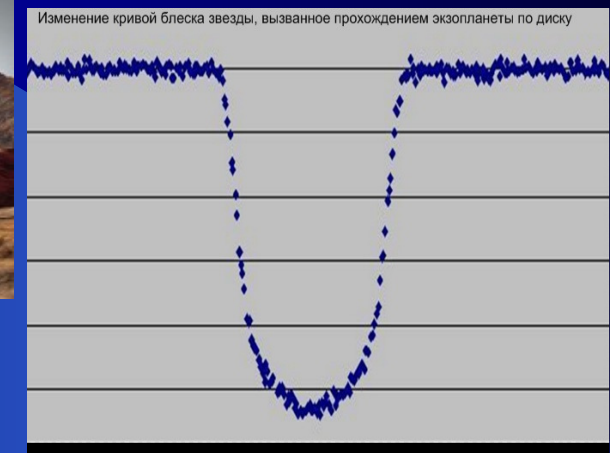
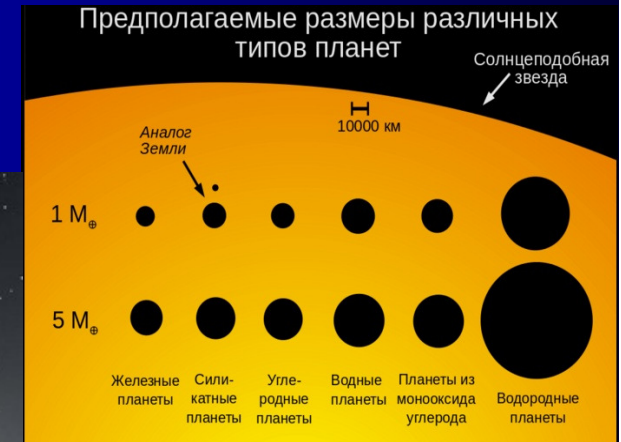
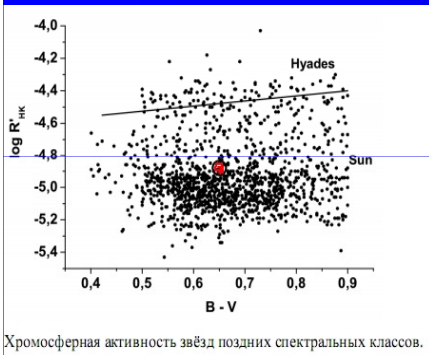
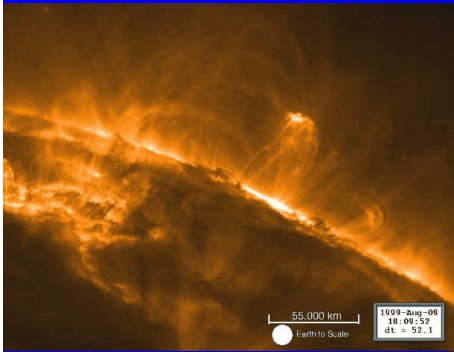


1. Слой подповерхностной жидкой воды, где температура и давление вполне соответствуют необходимым параметрам и который может содержать разнообразные органические и неорганические составляющие;
2. Нижняя поверхность льда, имеющая большую площадь;
3. Поры, каналы различных размеров и пакеты жидкой воды в нижнем слое ледяной коры;
4. Места криовулканической активности на поверхности спутника, где внутренний водный слой может реагировать с продуктами сложной атмосферной фотохимии;
5. Разветвленная сеть пещер и других образований, которая может быть связана как с криогенным вулканизмом, так и с воздействием приливных сил;
6. Трещины в ледяном слое;
7. Кратеры, оставшиеся после падения метеоритов, в которых могут образовываться значительные массивы жидкой воды до 6-10 млн лет;
8. Места гидротермальной активности на дне океана

(Из презентации М. Б. Симакова)

Солнцеподобные звезды (программа «Солнце во времени»).

Экзопланеты.



На 16.01 2017 года достоверно подтверждено существование 3563 экзопланеты в 2674 планетных системах (в 601 - более одной планеты). Земного типа – от 5%

Вместо заключения...



В связи с этим встает вопрос: сможет ли человечество идентифицировать такую жизнь как жизнь, если случайно найдет её в своих космических миссиях?

1. В настоящее время место поисков жизни (в её бактериальной форме) значительно расширились. Колыбелью жизни могут быть как молекулярные галактические облака и протопланетные диски, и экзопланеты, так и вулканы и океаны Земли, Марса и малых планет – спутников планет гигантов.

2. Земная форма жизни не является единственной биохимически возможной.

3. Теоретические модели древней биосферы должны учитывать системообразующую роль интенсивного ультрафиолетового и рентгеновского излучения раннего Солнца.

«Жизнь и Вселенная» (под редакцией В. Н. Обридко и М. В. Рагульской) - Спб, Из-во ВВМ, 217, 335 стр

Спасибо за внимание!

ra_mary@mail.ru

obridko@mail.ru

<http://www.izmiran.ru/pub/izmiran/Life-n-Universe.pdf>

