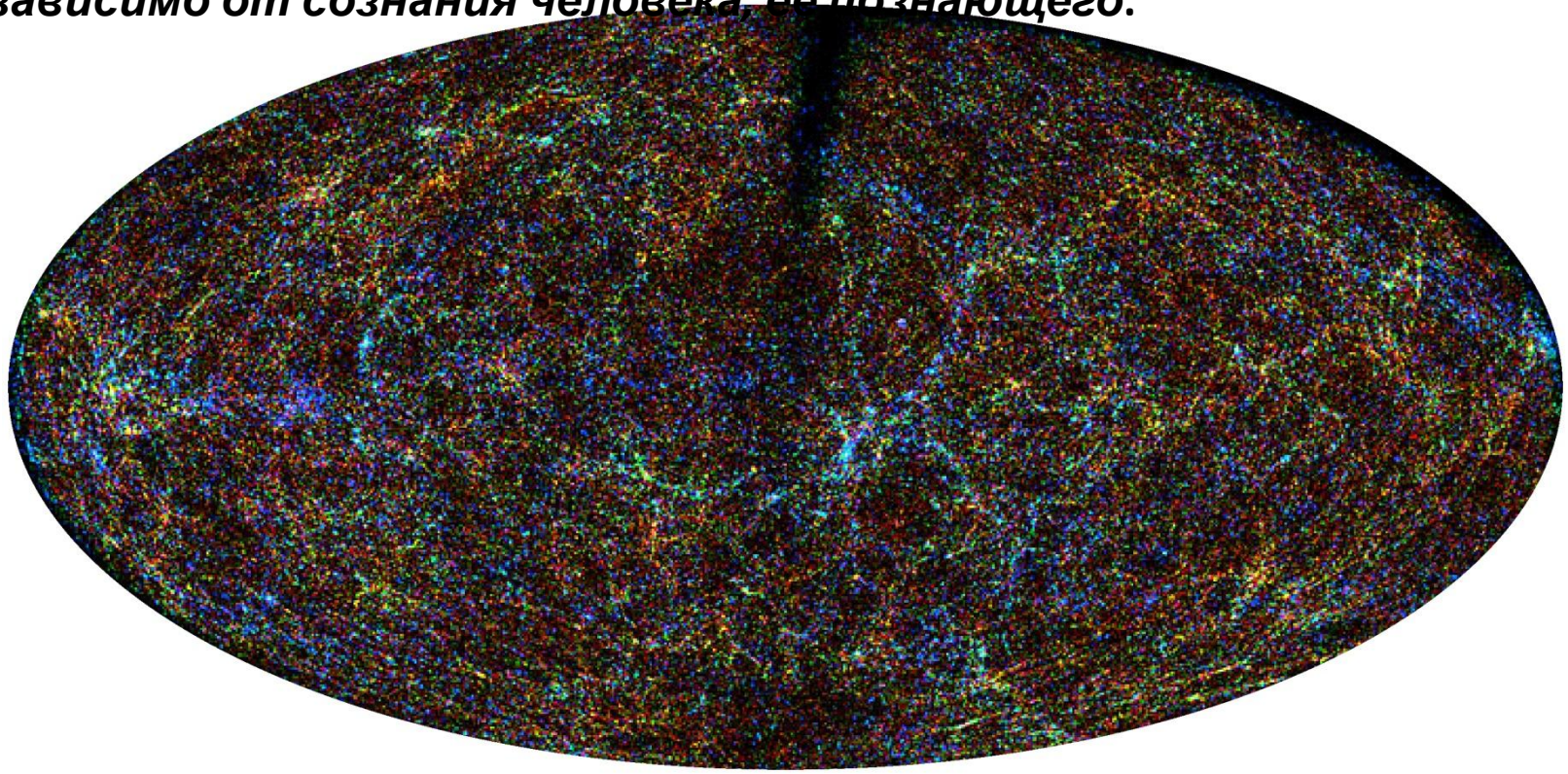
Современные представления о происхождении жизни

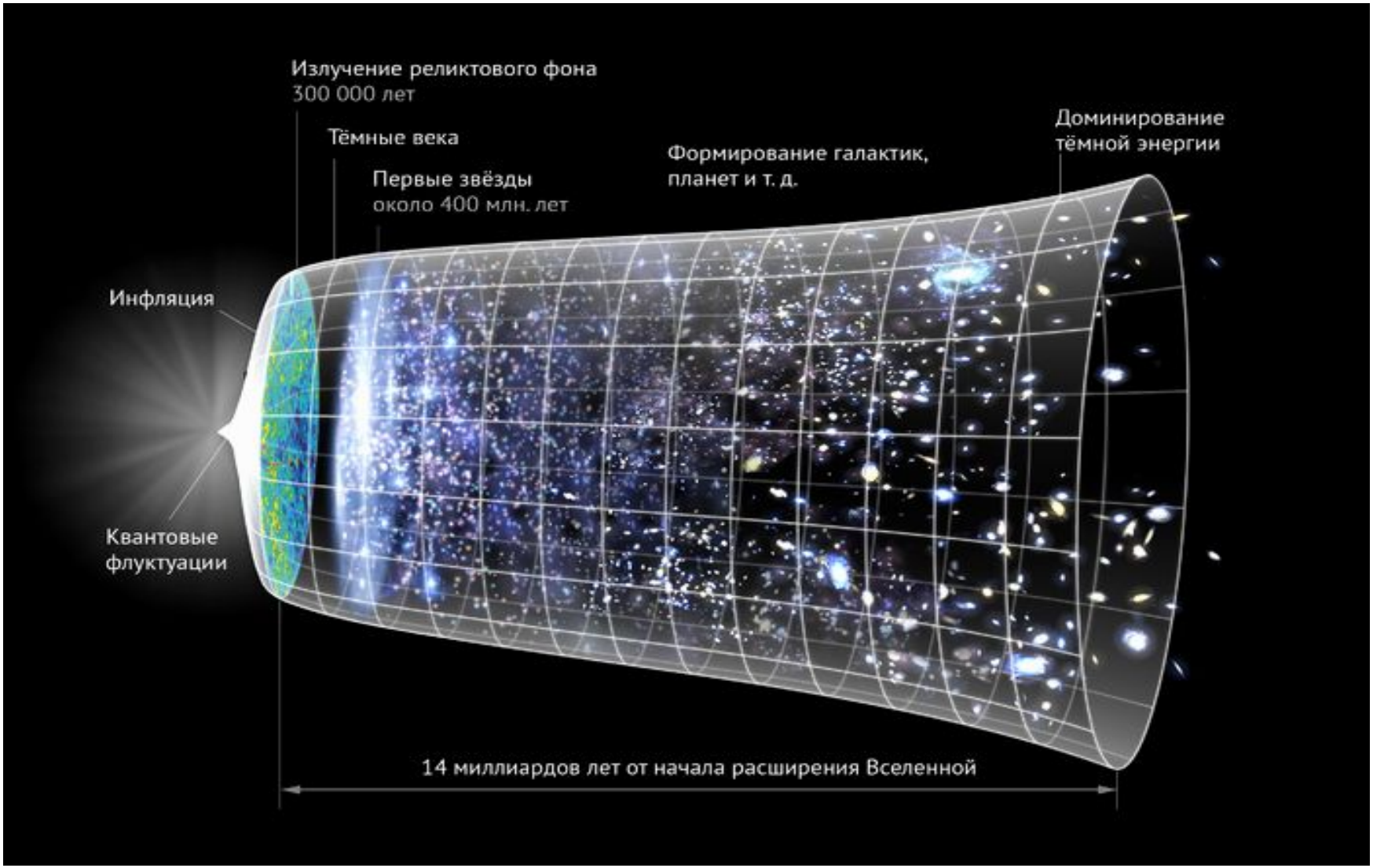
Вселенная

весь мир, безграничный во времени и пространстве и бесконечно разнообразный по тем формам, которые принимает материя в процессе своего развития. Вселенная существует объективно, независимо от сознания человека, её познающего.



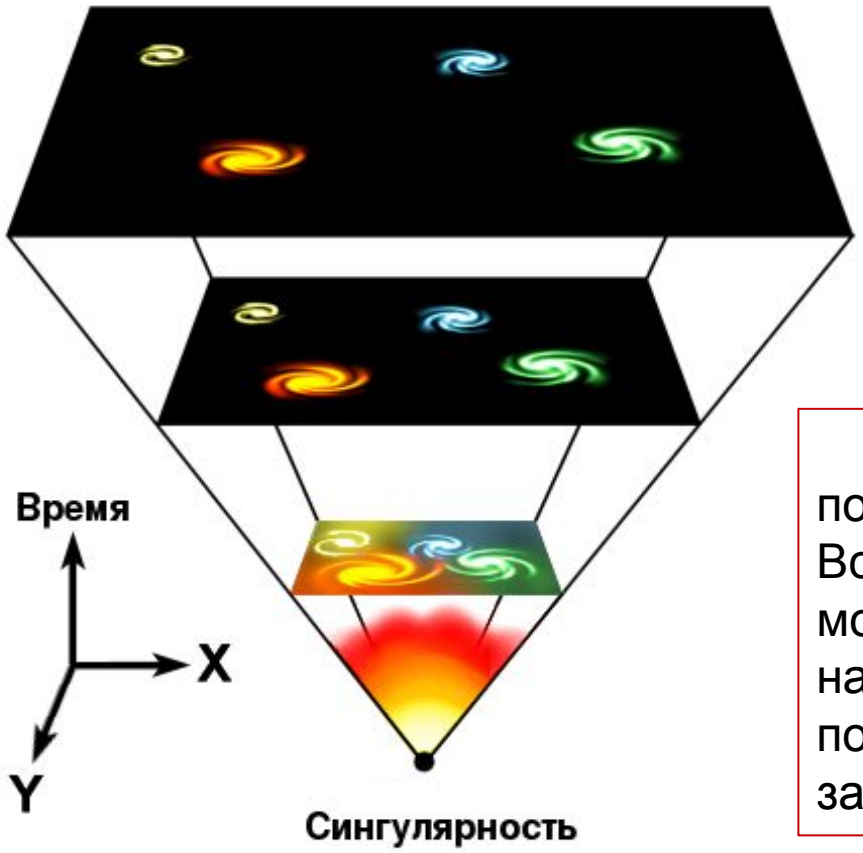
Крупномасштабная структура Вселенной, как она выглядит в инфракрасных лучах с длиной волны 2,2 мкм — 1 600 000 галактик, зарегистрированных в Extended Source Catalog. Яркость галактик показана цветом от синего (самые яркие) до красного (самые тусклые). Тёмная полоса по диагонали и краям картины — расположение Млечного пути, пыль которого мешает наблюдениям

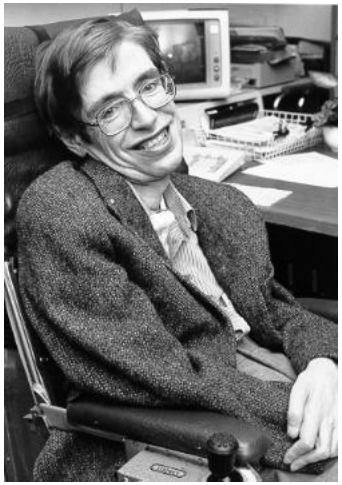
Происхождение Вселенной
(теория большого взрыва Георгия Гамова, 1949)



Космологическая сингулярность

Космологическая сингулярность — состояние Вселенной в начальный момент Большого Взрыва, характеризующееся бесконечной плотностью и температурой вещества.

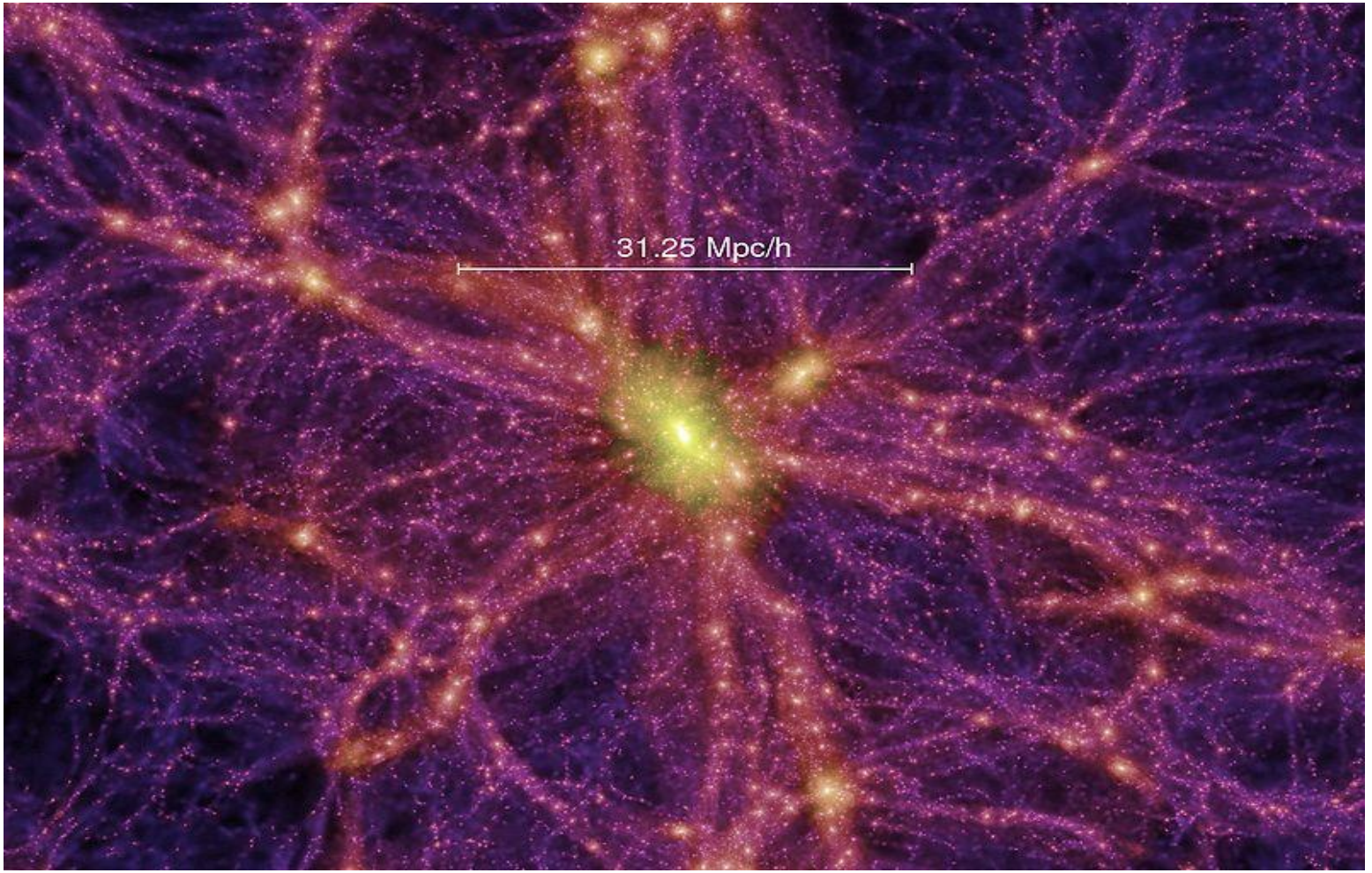




«Результаты наших наблюдений подтверждают предположение о том, что Вселенная возникла в определённый момент времени. Однако сам момент начала творения, сингулярность, не подчиняется ни одному из известных законов физики».

Стивен Хокинг

Современные представления о Вселенной

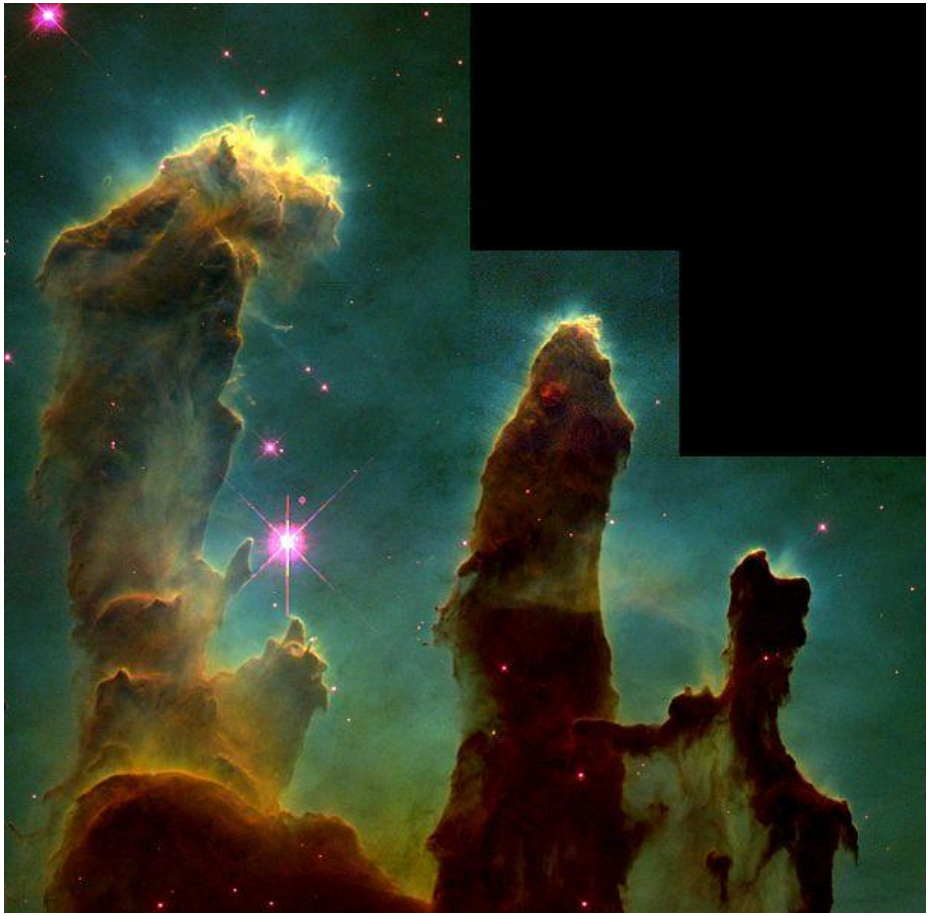


Расчётная структура Вселенной по данным проекта Millennium simulation. Отмеченное белой линией расстояние составляет около 141 млн световых лет. Жёлтым обозначена материя, фиолетовым — наблюдаемая лишь косвенно тёмная материя. Каждая жёлтая точка представляет собой одну галактику.

Образование звёзд и галактик

Звездообразование — это крупномасштабный процесс в галактике, при котором массово начинают формироваться звезды из межзвездного газа.

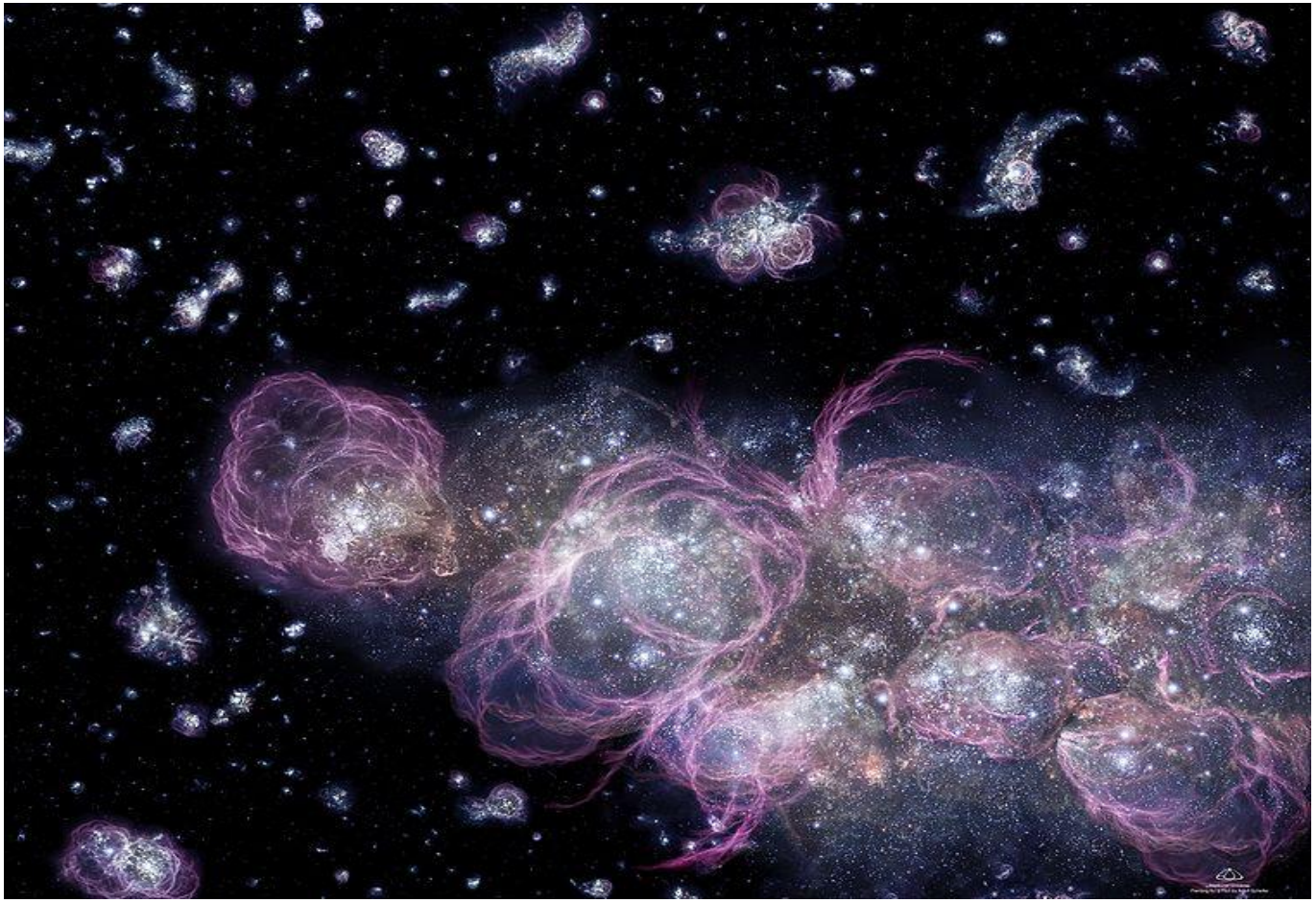
M82, галактика с активным звездообразованием



Столпы творения — один из самых известных снимков, полученных телескопом. Рождение новых звёзд в Туманности Орёл.

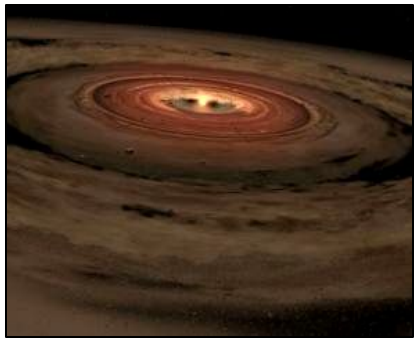
Формирование галактик

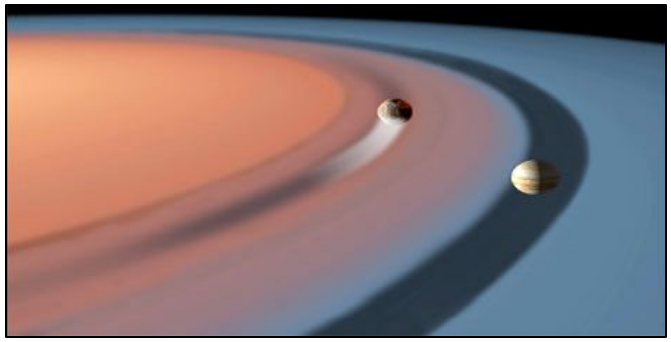
После возникновения первых звёзд во Вселенной начался процесс гравитационного объединения звёзд в скопления и далее в галактики. Однако , в настоящее время не существует удовлетворительной теории появления галактик.



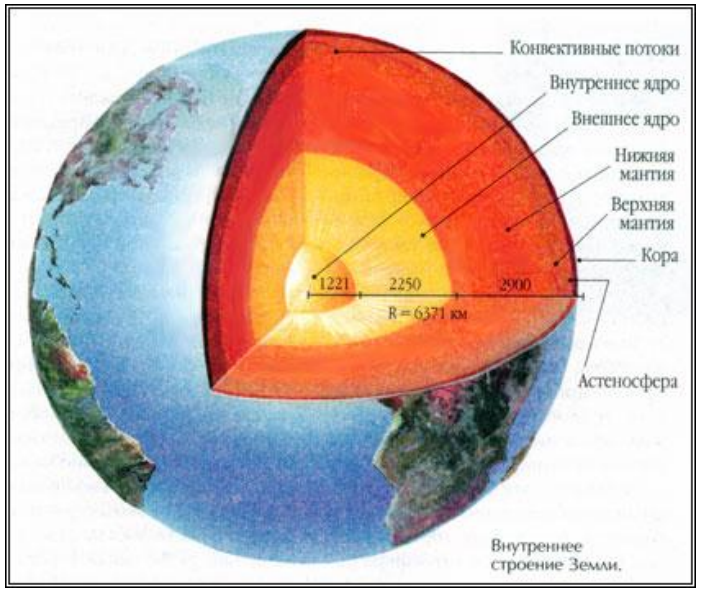
Образование и коллапс протогалактических облаков в представлении художника.

Происхождение планет из газопылевого облака





Отдельные частицы соединялись в небесное тело, размер которого возрастал в результате падения на него новых частиц под действием сил притяжения.



В ходе формирования Земли происходило постепенное разогревание ее глубоких слоев под влиянием выделения тепла при распаде радиоактивных элементов. Нагревание способствовало ее дифференциации на несколько сфер: 1-ядро. 2-внешнее ядро, 3-мантия, 4-кора.

Центральную часть ядра составляют тяжелые элементы Ni, Fe, а в состав коры входят более легкие Al, Si.

Происхождение атмосферы и гидросферы

При радиоактивном нагреве первичной мантии выделялись газы и пары, породившие атмосферу и гидросферу. Первичная атмосфера планеты носила восстановительный характер и состояла их аммиака, метана и водорода. Вода на поверхность планеты могла быть также занесена с кометами, ядра которых состояли изо льда.

Три основные гипотезы происхождения жизни на Земле

Религиозная

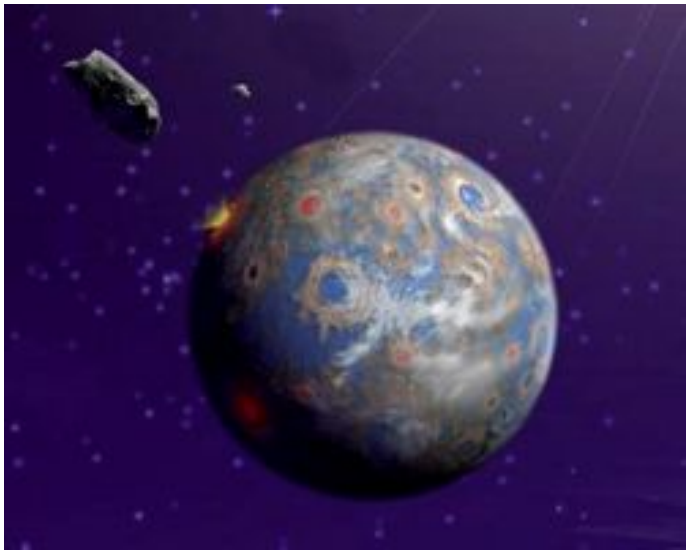
Креационисткая теория: *жизнь создана богом. Вначале была пустота, мир сотворён за семь дней и т.д.*

Панспермия. Направленная панспермия

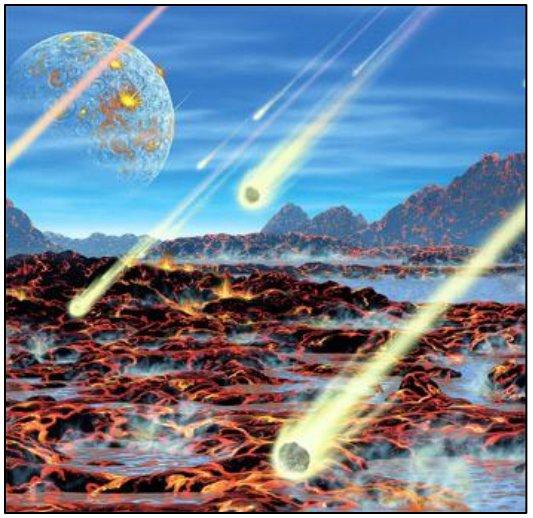
Вселенная и жизнь существуют вечно. Жизнь на планету Земля привнесена из космоса. Жизни была послана на планету высшим разумом

Абиогенная

Теория биохимической эволюции. Биологической эволюции предшествует химическая эволюция.



Появление первичного органического вещества на Земле (гипотеза панспермии)

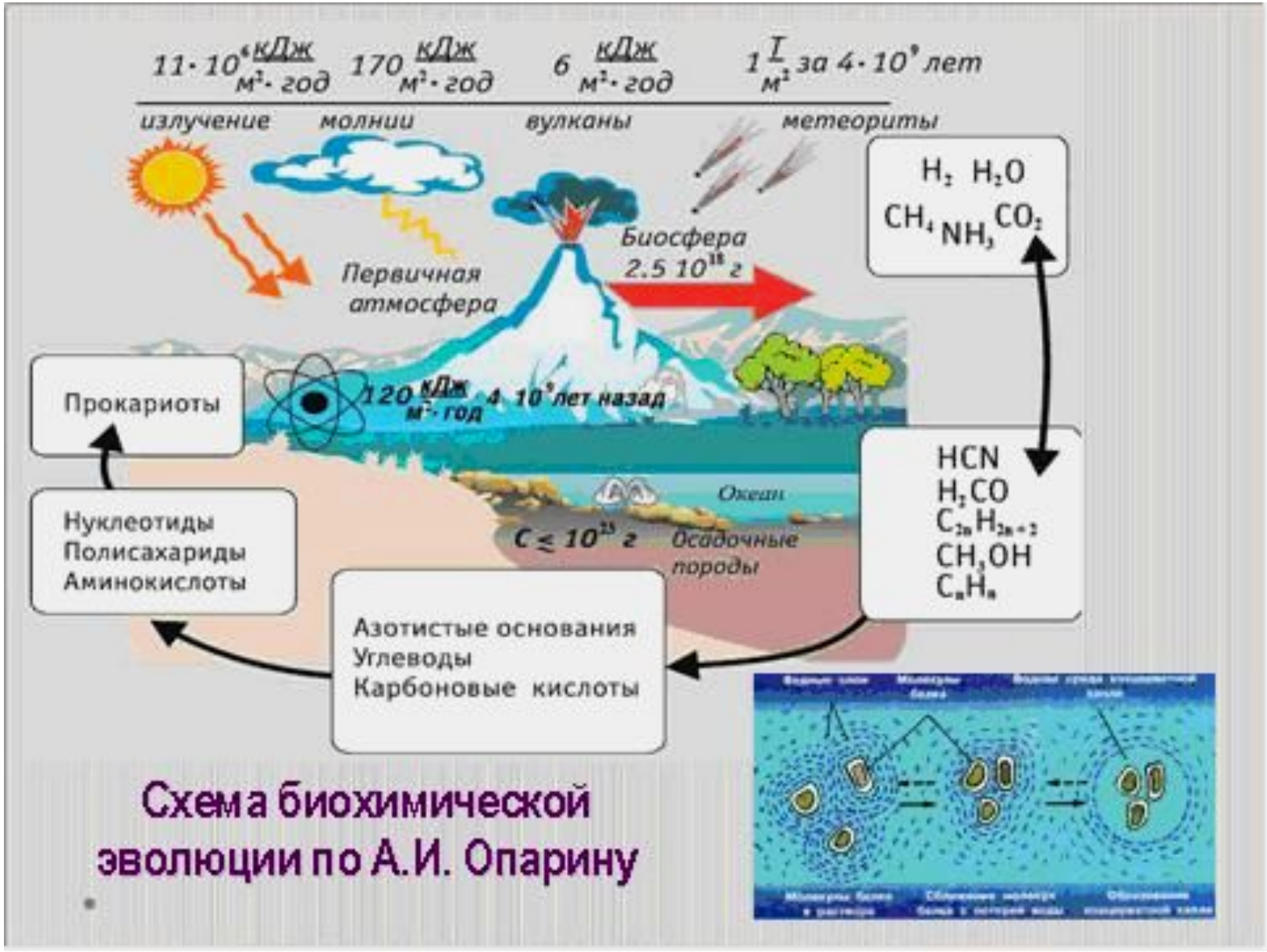


Данные космохимии свидетельствуют о широких возможностях образования органических веществ в определенных космических условиях. Большинство астероидов, метеоритов и комет состоят из вещества, близкого к углистым хондритам. Они представляют собой силикатные минералы богатые различными органическими веществами: насыщенные углеводороды, ароматические углеводороды, карбоновые кислоты, азотистые соединения. Гипотеза панспермии, предложенная шведским химиком С. Аррениусом, постулирует, что органическое вещество было принесено на первобытную Землю из космоса метеоритами и кометами.

Австралийский метеорит «Мэрчисон»

В 1969 году в Австралии был найден метеорит "Мэрчисон". Он содержал 70 неповрежденных аминокислот, восемь из которых входят в состав человеческого белка!

Теория абиогенеза



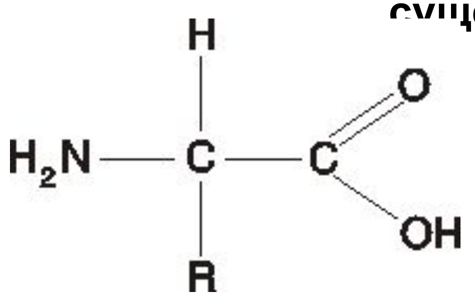
Абиогенное происхождение органического вещества

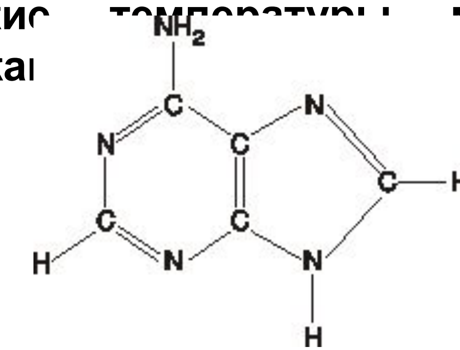
(1953, эксперимент Стенли Миллера)

Аппарт Миллера

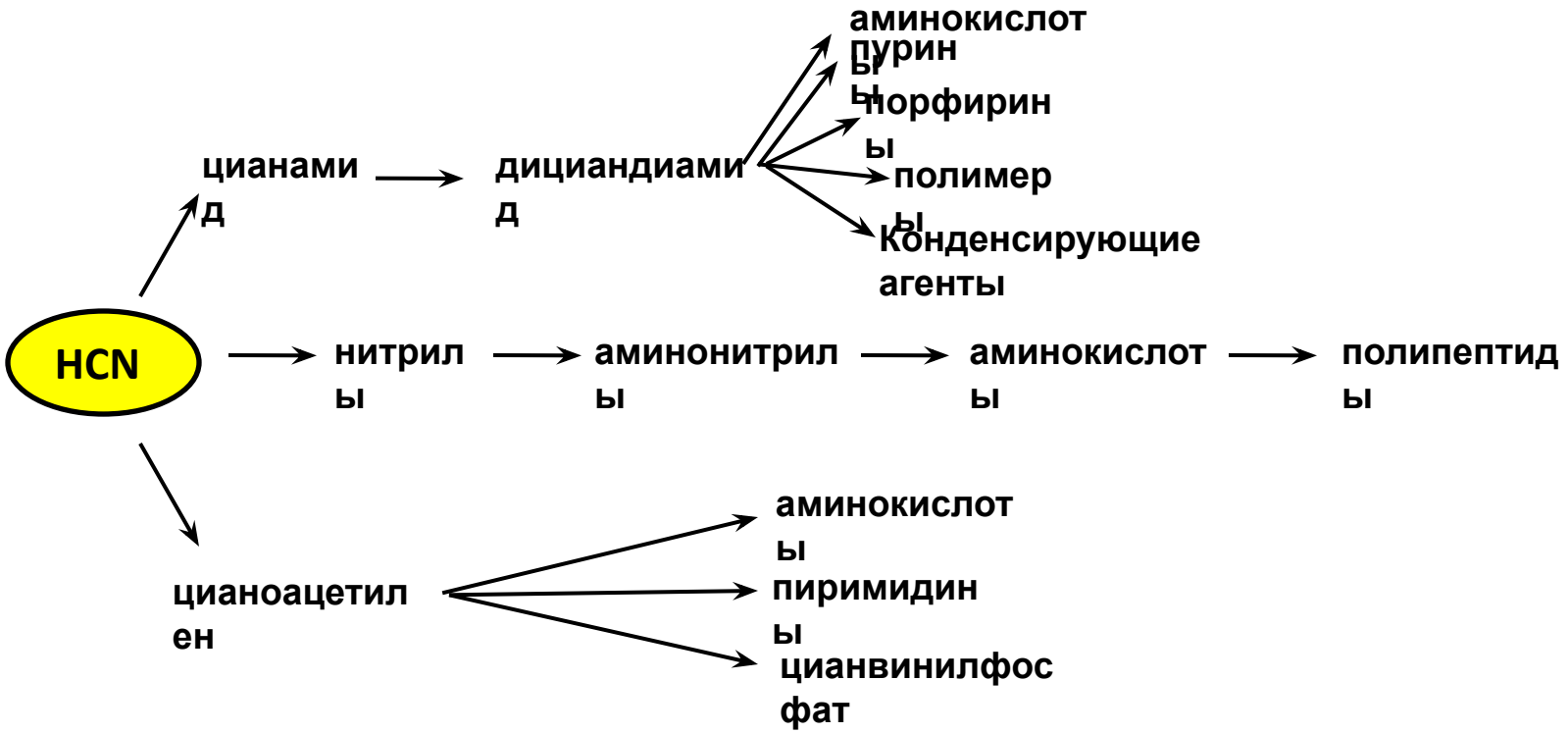
При воссоздании в лаборатории условий, имитирующих условия, существовавшие на первобытной Земле, удается наблюдать образование органических молекул из неорганических предшественников. Первые эксперименты проводились с газовыми смесями аммиака, водорода и метана.

Однако впоследствии было показано, что аминокислоты, пурины, пиримидины и сахара могли возникнуть под действием УФ-излучения и в газовых смесях с выраженным окислительными свойствами, например в смесях, главными компонентами которых служат окись углерода и двуокись углерода. Источниками энергии для абиотического синтеза органических соединений служили УФ-излучение и электрические разряды. Абиотическому синтезу очень сильно способствует и нагревание; на первобытной Земле достаточно высоки… …могли существовать в районах вулка… …сти.





HCN-источник образования органических веществ на этапе химической эволюции

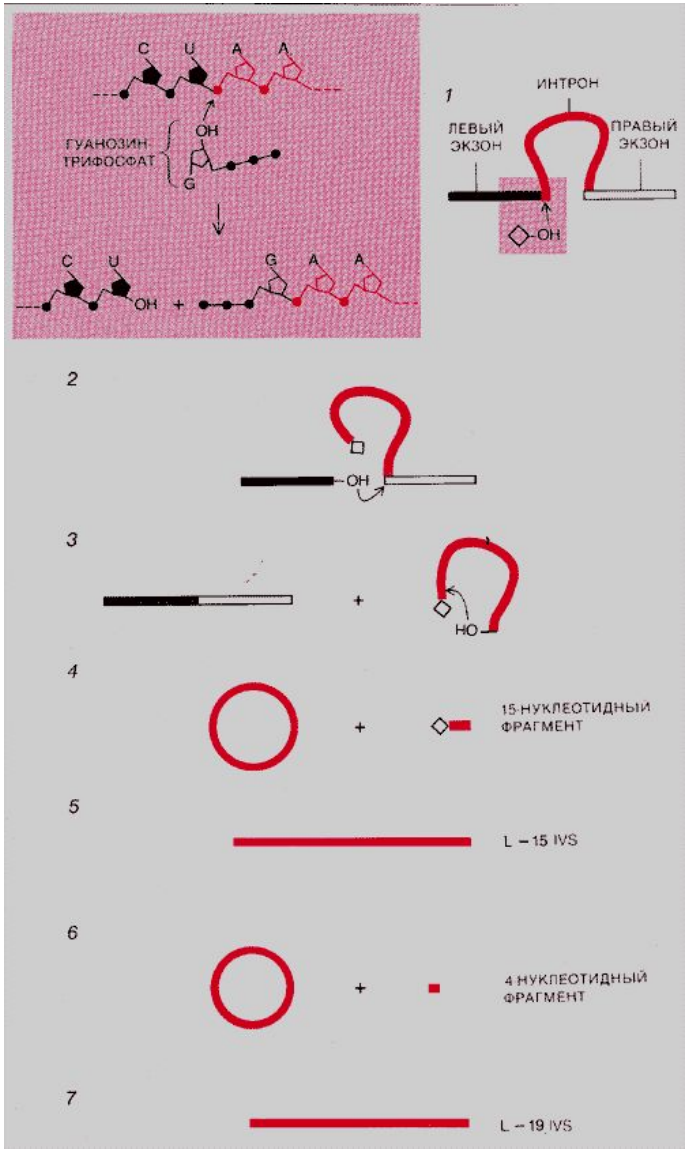


$CH_4 + NH_3 \longrightarrow HCN + 3H_2$

$CO + NH_3 \longrightarrow HCN + H_2O$

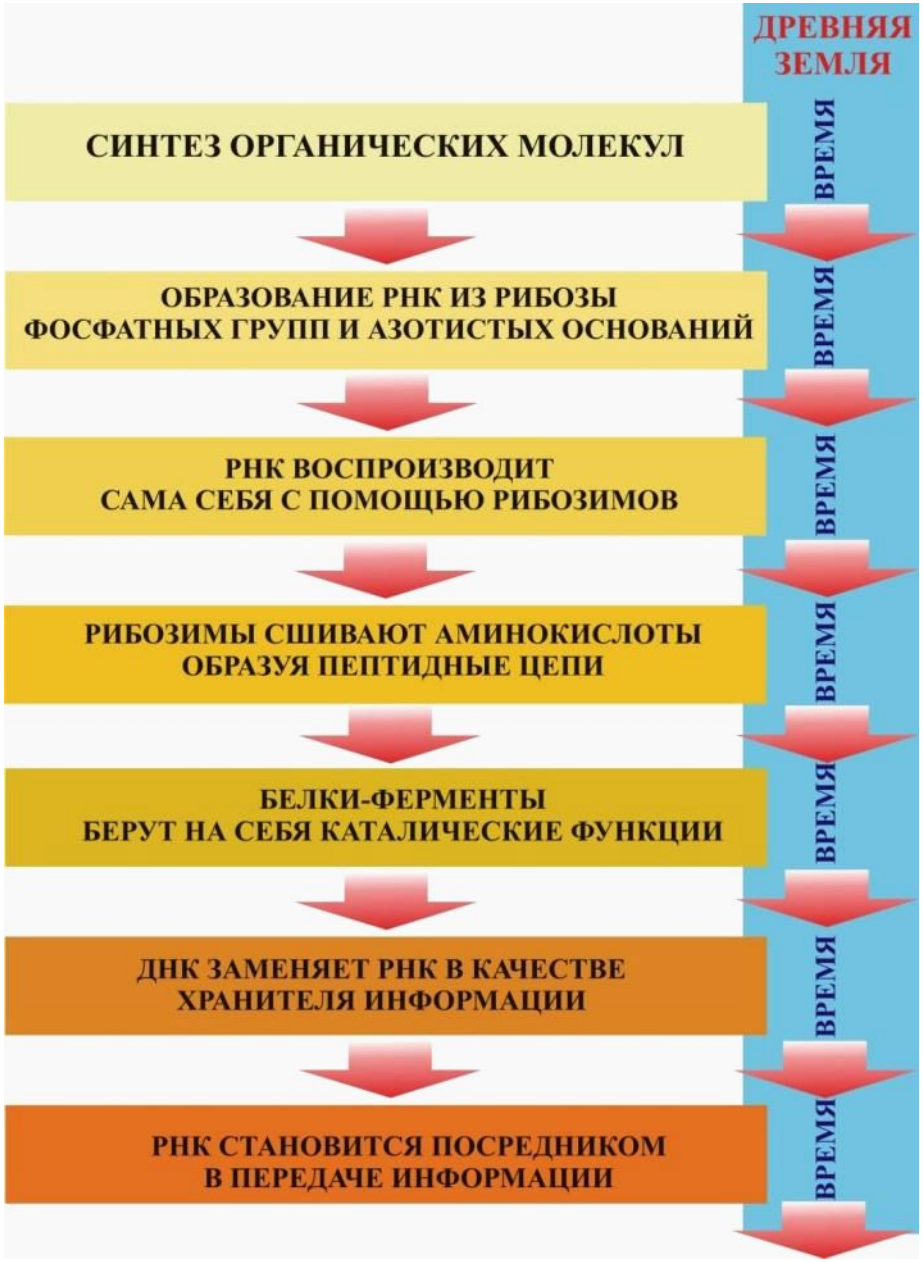
Реакции, приводящие к образованию HCN

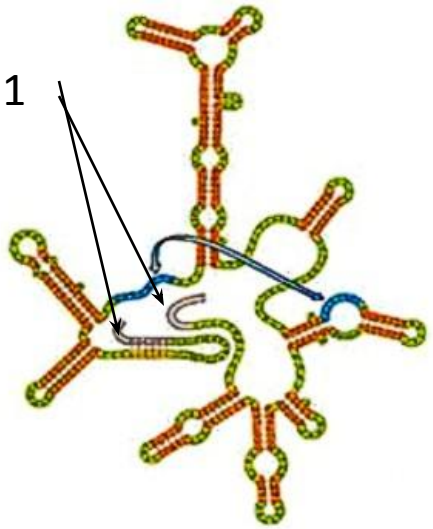
Какие молекулы явились первичной основой жизни — белки или нуклеиновые кислоты?



В 1982 г. американский биохимик Томас Чек открыл автокаталитические свойства РНК. Он экспериментально показал, что в среде, содержащей в высокой концентрации минеральные соли, рибонуклеотиды спонтанно (самопроизвольно) полимеризуются, образуя полинуклеотиды — молекулы РНК. На исходных поли- нуклеотидных цепях РНК, как на матрице, путем спаривания комплементарных азотистых оснований образуются РНК-копии. **Реакция матричного копирования РНК катализируется исходной молекулой РНК и не требует участия ферментов либо других белков.**

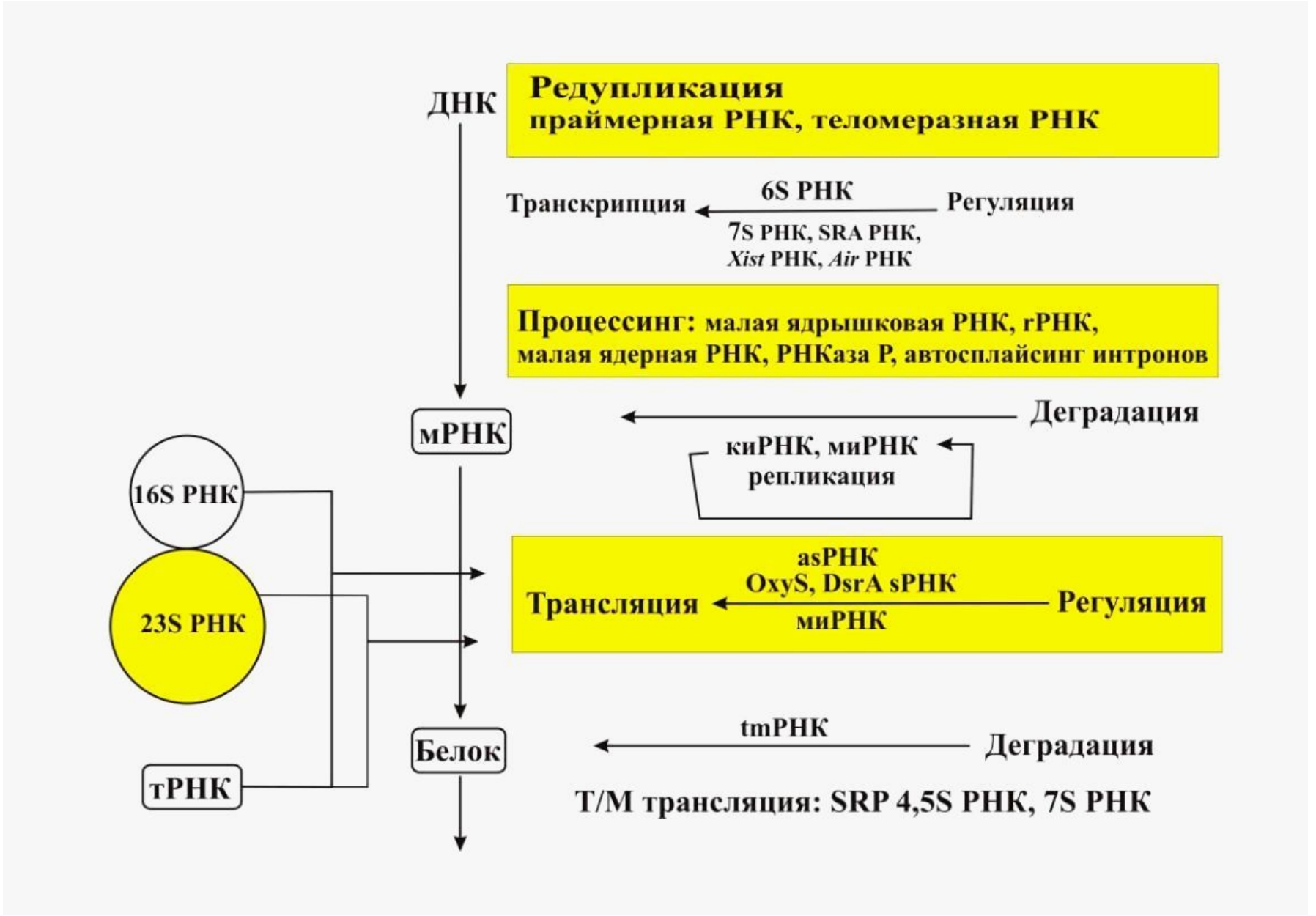
Мир РНК





Двумерная пространственная структура рибозима простейшего организма *Tetrahymena.* Участки РНК, обозначенные оранжевым цветом, комплементарны, и потому они взаимодействуют друг с другом, образуя короткие двойные цепочки. Дальние взаимодействия участков РНК, приводящие к формированию более сложной трехмерной пространственной структуры рибозима, выделены голубым цветом. Некомплементарные участки цепи РНК отмечены зеленым цветом. Удивительное свойство рибозима состоит в том, что он способен к автокаталитическому вырезанию самого себя из более длинной молекулы РНК. Участки, остающиеся после такого автокаталитического расщепления РНК, окрашены на рисунке в серый цвет.

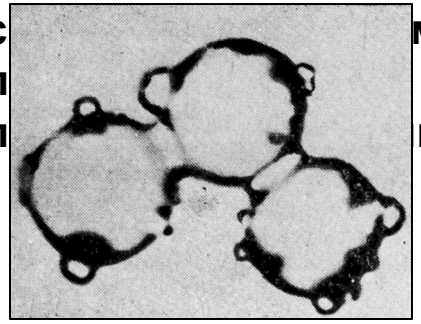
Функции РНК в современной эукариотической клетке

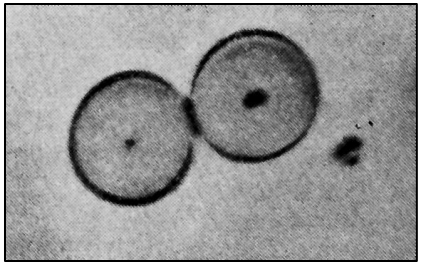


Коацерватные капли-первые протоклетки

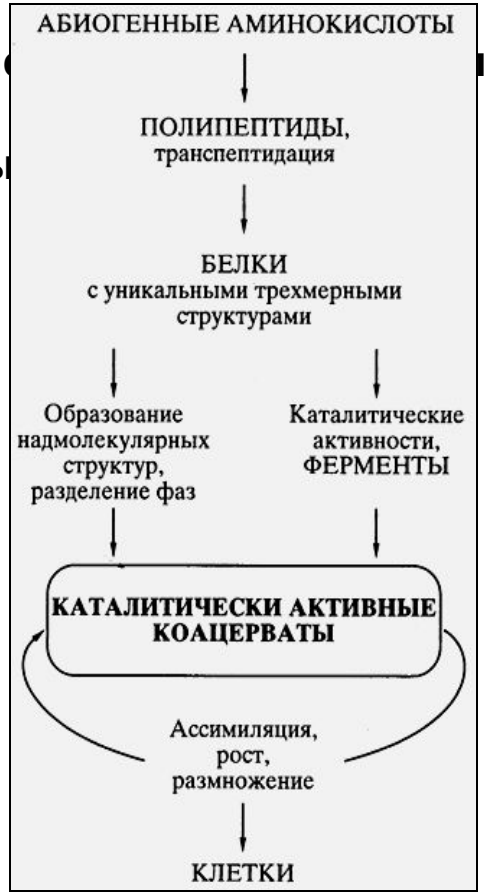
(теория А.И. Опарина)

Согласно гипотезе А.И. Опарина первые клетки – пробионты появились
в тот момент когда вокруг одной или нескольких молекул белков, обла-
дающих каталической активностью, возникла отгораживающая их от
с мембрана. Экспе ми
п
А.И.
п ые коацерватны

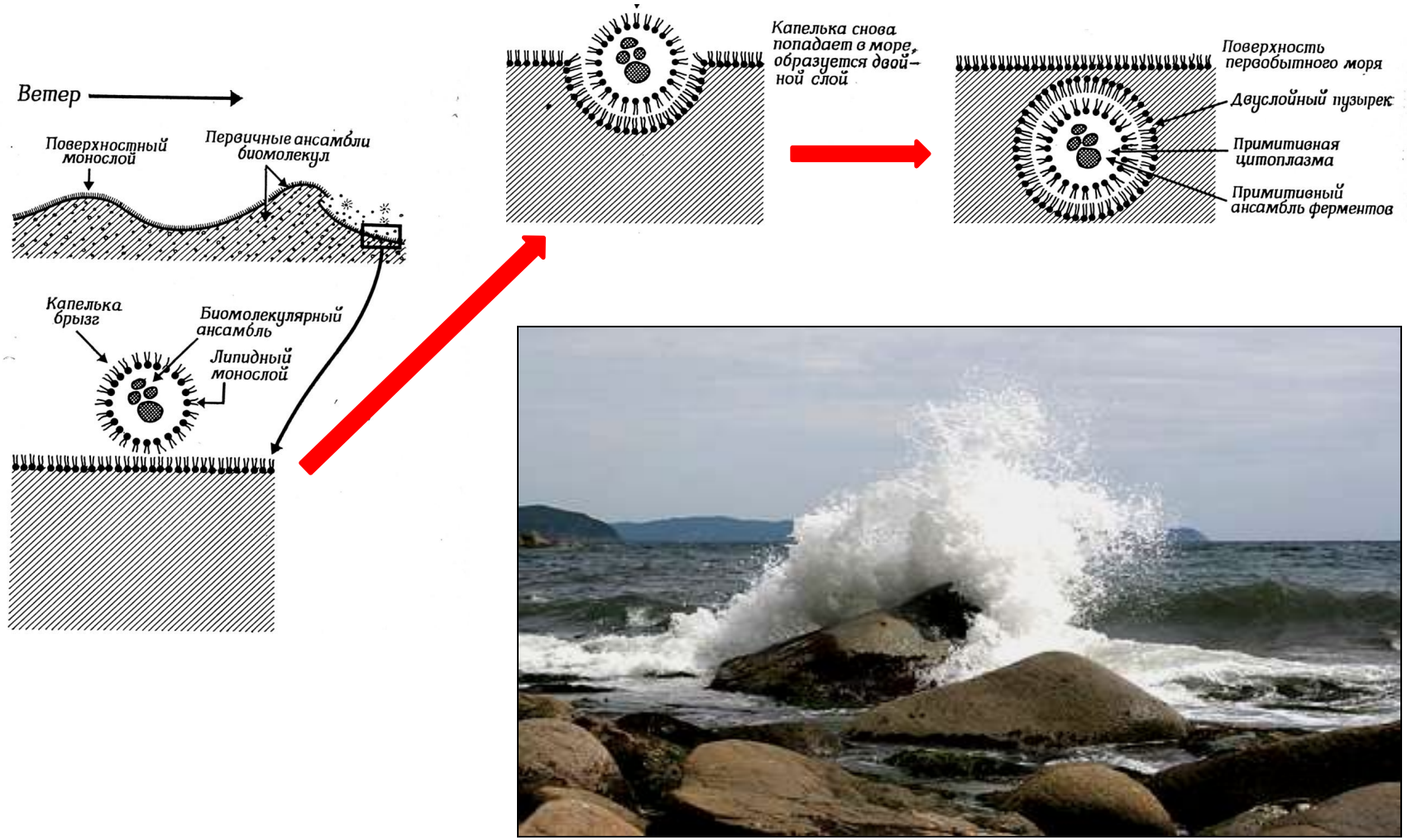




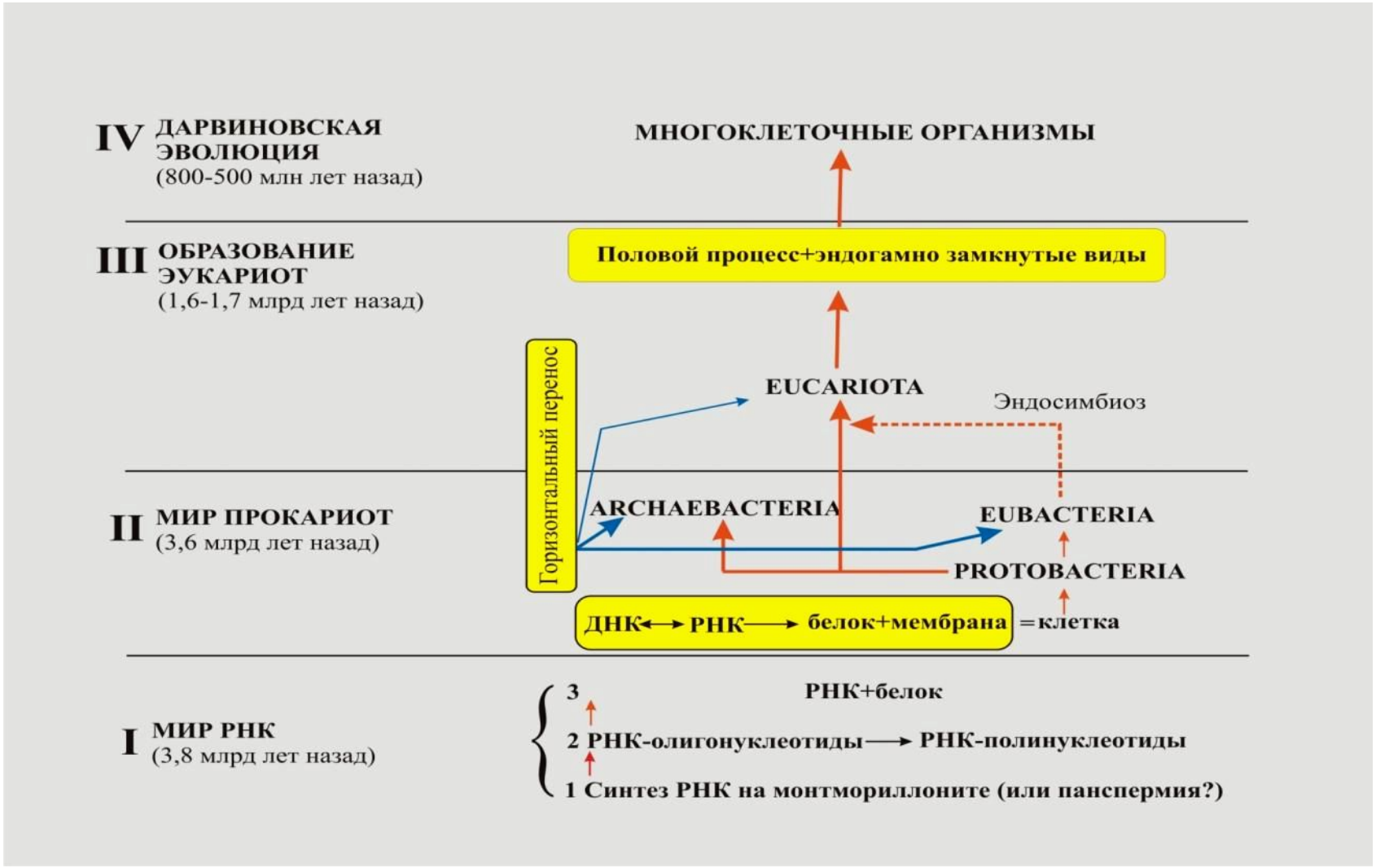
Клеточная фаза могла возникнуть из концентрированного первичного “бульона” путем коацервации. Такой процесс приводит к образованию в растворе полимера микрокапель – коацерватов, в которых концентрация веществ выше, чем в окружающем растворе.



Образование двойных липидных мембран



Сценарий основных стадий образования и эволюции жизни на Земле



Архебактерии – первые клеточные формы жизни?

“Черные курильщики” в рифтовых зонах океана

Метанотрофная бактерия *Methanothermus*

Общим предком всех клеток считают некий гипотетический организм “прогенот”. От этого организма произошли все клеточные формы жизни. Одной из самых древних групп являются археобактерии. Они были обнаружены в экстремальных местообитаниях (соленые озера, гейзеры, метанотрофные болота и т.д.), где не встречались представители других бактерий. Выделяют три основных группы археобактерий: метанообразующие, галобактерии, термоацидофильные.

Строматолиты или цианобактериальные маты – первые экосистемы (3,5 млрд лет)

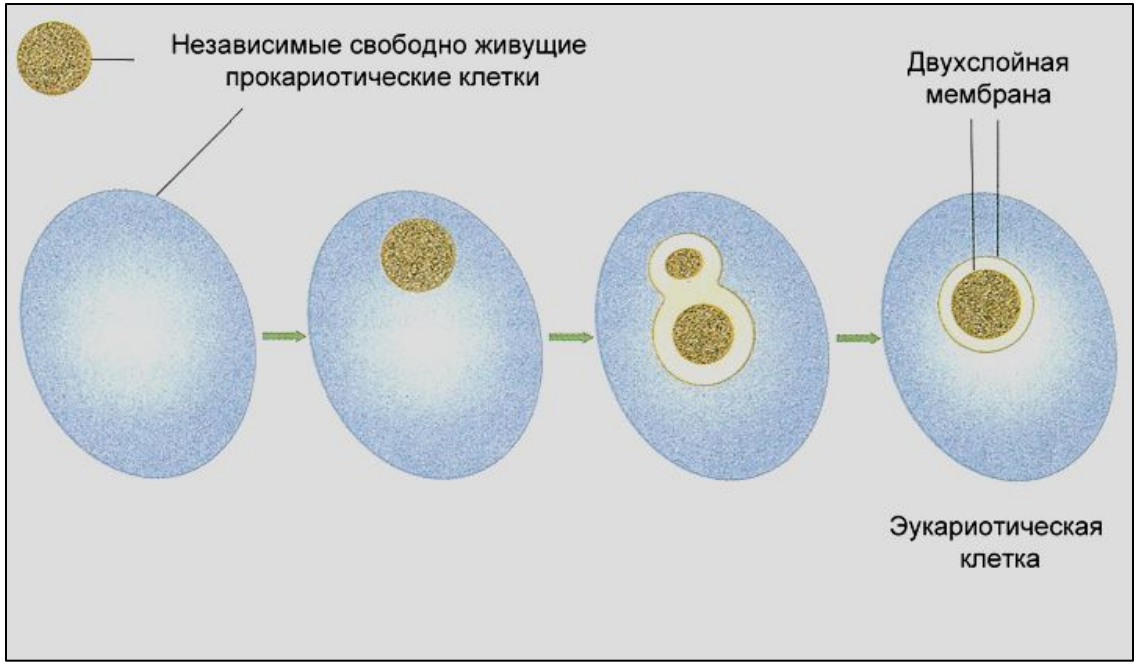
Строматолиты на отмели Багамских островов

Мат представляет собой высокоинтегрированное сообщество с чрезвычайно сложно организованной трофической структурой: два верхних слоя составлены продуцентами и консументами первого порядка ("растениями" и "травоядными"), соединенными в пищевую цепь пастбищного типа, а нижний слой сформирован редуцентами ("падальщиками"), получающими органику из верхних слоев по детритной цепи.

Мат является вообще одной из самых сбалансированных экосистем: он производит ровно столько органики и кислорода, сколько тут же расходует в процессе своей жизнедеятельности (нулевой баланс) - а ведь замкнутость геохимических циклов главное направление в эволюции биосферы. Именно такая структура "производства и протребления" в прошлом позволяла матам образовывать кислородные оазисы и постепенно увеличивать их - вместо того, чтобы пытаться сходу изменить всю эту бескислородную среду.

Появление эукариотических клеток.

Предполагается, что роль клетки-хозяина выполняла крупная факультативно-анаэробная бактерия-гетеротроф. Проглотив однажды мелких аэробных бактерий-гетеротрофов, она начала использовать их в качестве "энергетических станций", перерабатывая с их помощью свою органику по более совершенной технологии (дыхание вместо брожения), что позволило ей получать из каждой молекулы глюкозы 38 молекул АТФ вместо двух.



Упрощённая схема образования эукариотической клетки

Поглотив же затем подходящих мелких фотоавтотрофов - цианобактерий, хозяин получил возможность получать органику не путем активного поиска ее во внешней среде, а просто, так сказать, посидев немного на солнышке.

Появление на Земле кислородной атмосферы

Несмотря на некоторую простоту экосистем протерозойской формации, результаты ее оказались грандиозными с геохимической точки зрения. В результате оксигенного фотосинтеза в атмосферу выделялся свободный кислород, что привело к образованию кислородной атмосферы и озонового экрана. Появление на Земле озонового экрана способствовало освоению организмами суши и появлению первых наземных экосистем. Около 2 млрд. лет основная часть кислорода, появившегося в результате фотосинтеза, уходила на окисление растворенного в океанской воде железа, и только после этого на планете сформировалась кислородная атмосфера.

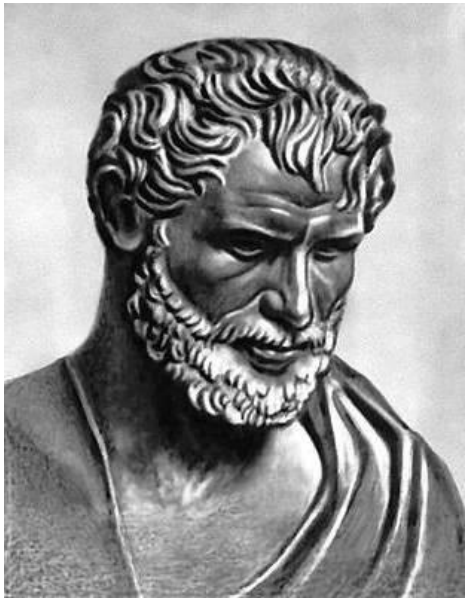
Представления об эволюции организмов в древней Греции

Молодая Земля осветилась Солнцем, её поверхность сначала затвердела, а потом забродила, возникли гниения, покрытые тонкими оболочками. В этих оболочках и зародились всевозможные породы животных.

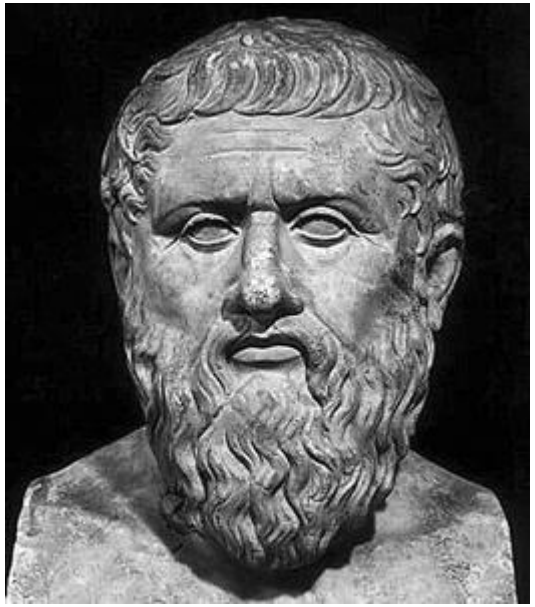
Анаксимандр, Ксенофан, Гераклит.

Все организмы созданы творцом и постепенно изменялись (эволюционировали).

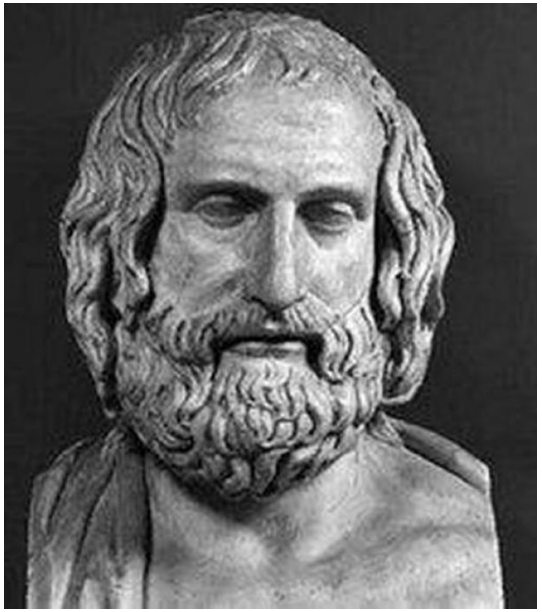
Платон, Алкемон, Гераклит



Гераклит

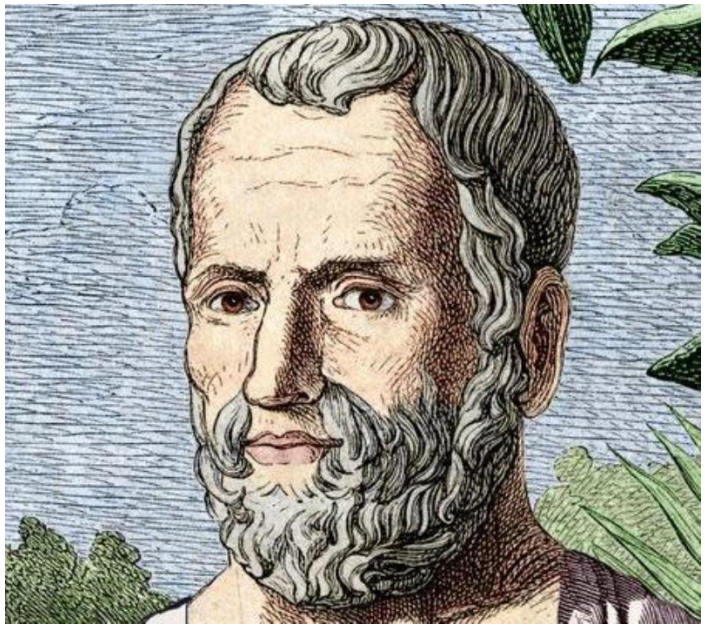


Платон



Анаксимандр

Альберт Великий



Теофраст

Креационизм: Все существа созданы творцом, что бы служить человеку и остаются неизменны.

Богословы средневековья

Трансформизм: Все созданные творцом существа претерпевают постоянную трансмутацию. Биологические виды превращаются друг в друга – трансмутируют.

Альберт Великий, Теофраст, Мопертьюи, де Ламери, Бюффон.

Жорж Бюфон

Жорж Бюффон обосновал оригинальные представления о развития Земли, о возникновении живых организмов из неорганических веществ и об их постепенном историческом развитии от простых форм к более сложным. Бюффон видел доказательства единства происхождения в сходстве плана строения животных и объяснял его у близких видов их происхождением от общих предков. Бюффон считал, что главной причиной изменчивости и "перерождения" животных были такие факторы, как климат, пища, а также гибридизация. По мере расселения животных по земному шару они попадали в разные условия среды и, изменяясь, образовали весь тот многообразный животный мир, который существует в наше время.

Трансформизм – предшественник эволюционной теории

Эразм Дарвин

Эразм Дарвин

Развитие трансформистских идей в Англии в конце XVIII в. связано с именем естествоиспытателя, врача, поэта и философа Эразма Дарвина (1721-1802) - деда Ч. Дарвина. В поэтической форме он излагал свое представление о единстве природы, о возникновении в море простейших форм жизни из неживого, их развитии, усложнении и выходе организмов на сушу, описывал изменчивость живых существ под влиянием природных факторов и рассматривал изменчивость как основную причину многообразия видов. Хотя взгляды Э. Дарвина были непоследовательными, все же он пытался найти в самой природе ответы на сложные вопросы.

Жорж Кювье

Жорж Кювье

Создал теорию катастроф. По мнению Кювье именно геологические катастрофы обусловливали смену последовательного животного населения Земли. Об этом, по мнению Кювье, свидетельствует обнаружение горизонтальных слоёв осадочных пород. Однако Кювье уходил от вопроса, откуда же после гибели прежней фауны берётся новая. Эту недоработку дополнили ученики Кювье – де Орбиньи и Агассис представлением о многократных творческих актах. Таким образом, в теории Кювье прослеживается

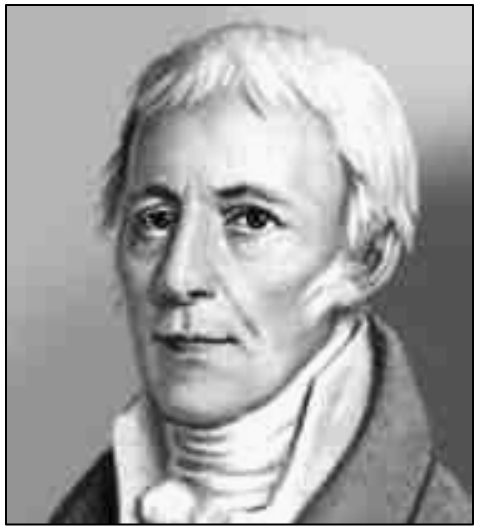
Эхо древних катастроф

Чарльз Лайель

Чарльз Лайель

В геологии первой трети XIX в. сформировались и противоположные представления о геологическом прошлом Земли. Английский геолог Ч. Лайелл нанес серьезный удар учению о катастрофах. В "Основах геологии» он обосновывает теорию униформизма: земная кора изменялась во времени не в результате "непостижимых" катастроф, а под действием тех же естественных причин, которые действуют и в настоящее время (принцип актуализма): климат, осадки, ветры, землетрясения и вулканическая деятельность, органические факторы. Поэтому геологические эпохи связаны переходными состояниями. В связи с преобразованиями земной поверхности постепенно изменялась и живая природа. Таким образом, принцип актуализма (лат. actualis - важный в настоящее время) был важным шагом к пониманию исторического развития организмов.

Жан Батист Ламарк и ламаркизм

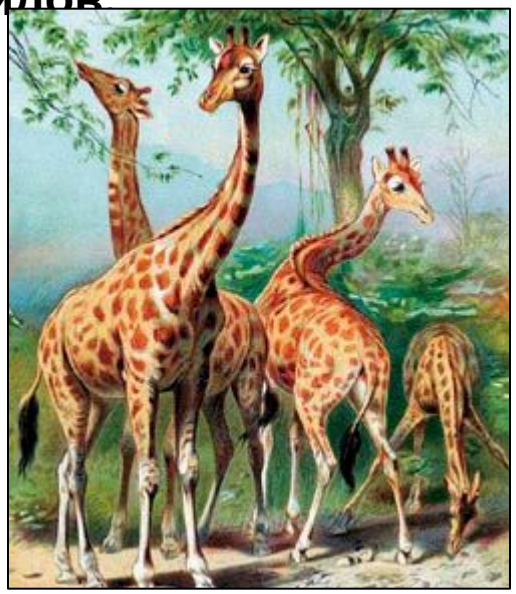


Эволюционная концепция Ламарка была изложены в его основном труде «Философия зоологии». Взгляды Ламарка сложны для понимания, поскольку базируются на ряде совершенно неинтерпретируемых в рамках современной науки концепций XVIII века :

1. **Вся материя сотворена богом;**
2. **Происходит постоянное самопроизвольное самозарождение жизни в том числе и сложных форм;**
3. **Не происходит вымирание видов**

Первый закон. Изменение органов происходит под влиянием их упражнения.

Второй закон. Всё, что организмы приобрели или утратили в результате прямого приспособления или упражнения/неупражнения органов, сохраняется в потомстве.



В настоящее время ряд ученых продолжают выступать с ламаркистскими концепциями. Из наиболее значимых попыток следует отметить труды австралийского иммунолога Д. Стила, который полагает, что описанные им явления в области трансплантации тканей получают более удовлетворительное объяснение с ламаркистских позиций.

Заслуги и заблуждения Ламарка

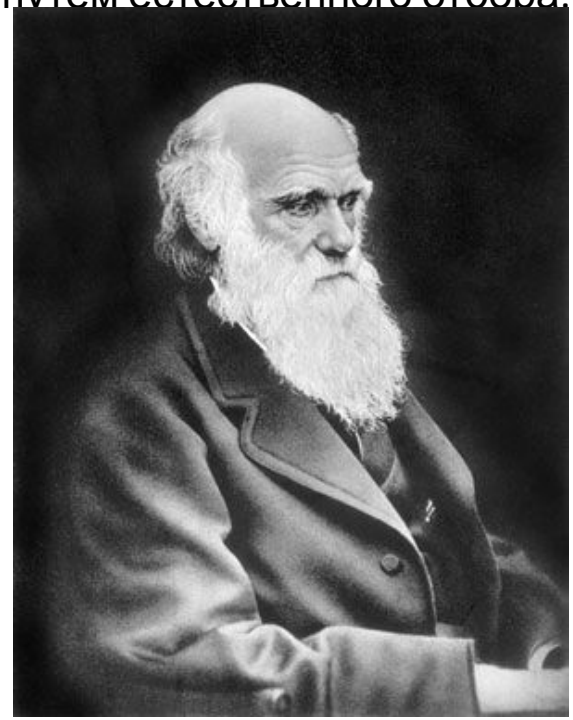
Мировоззрение Ламарка привело его к убеждению, что органический мир не создан творцом, а развивался естественным путем из неорганической материи.

Признание принципа историзма. Он утверждал, что жизнь могла возникнуть лишь в форме наиболее простых живых тел. Они в течение длительных периодов истории Земли развивались от простого к сложному, от низших ступеней организации к более высоким.

Изменение условий внешней среды Ламарк считал первопричиной изменчивости организмов.

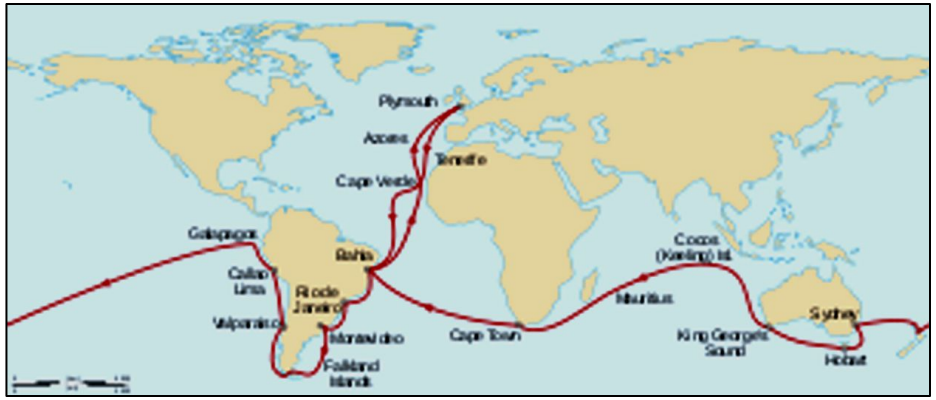
Вторым главным фактором изменчивости видов Ламарк считал упражнение или неупражнение органов у животных: с изменением внешней среды изменяются потребности животных, что влечет за собой изменение их привычек, которые в свою очередь вызывают напряженность новых групп мышц и нервной ткани.

Чарльз Ро́берт Да́рвин — английский натуралист и путешественник, одним из первых осознал и наглядно продемонстрировал, что все виды живых организмов эволюционируют во времени от общих предков. В 1831 году Дарвин в качестве натуралиста отправился в кругосветное путешествие на экспедиционном судне королевского флота «Бигль». За время путешествия Дарвин побывал на острове Тенерифе, островах Зелёного Мыса, побережье Бразилии, в Аргентине, Уругвае, на Огненной Земле, в Тасмании и на Кокосовых островах, откуда привёз большое количество наблюдений. По окончанию путешествия Ч. Дарвин занимается обработкой и анализом собранного материала. В процессе работы у него появляется идея о происхождении видов путём естественного отбора.



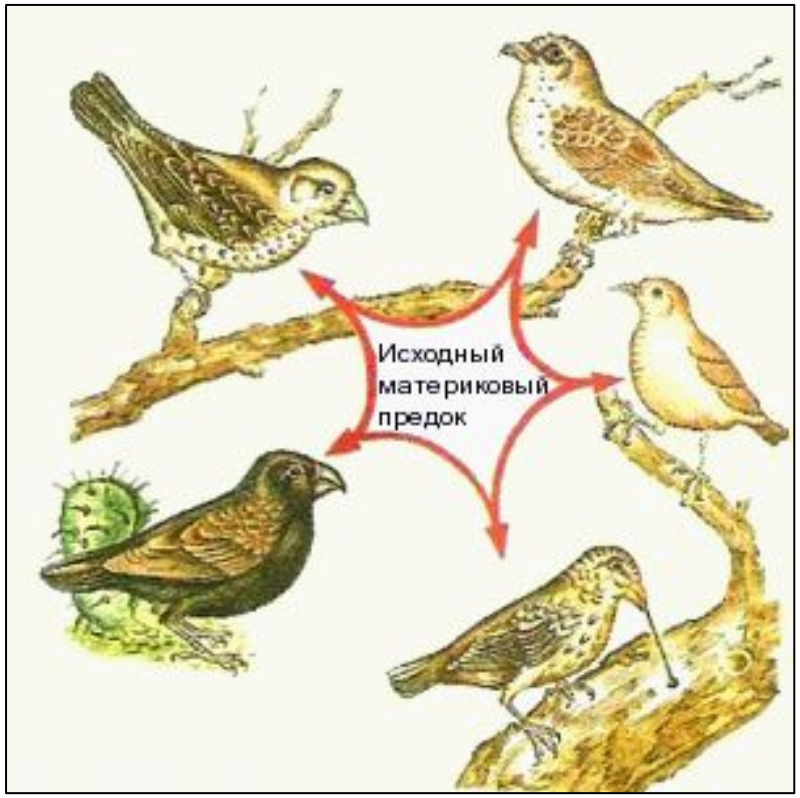
Чарльз Дарвин

Последующие годы своей жизни Ч. Дарвин посвящает разработке эволюционной теории происхождения видов.



Маршрут путешествия Ч. Дарвина на корабле «Бигль»

Галапагоские острова



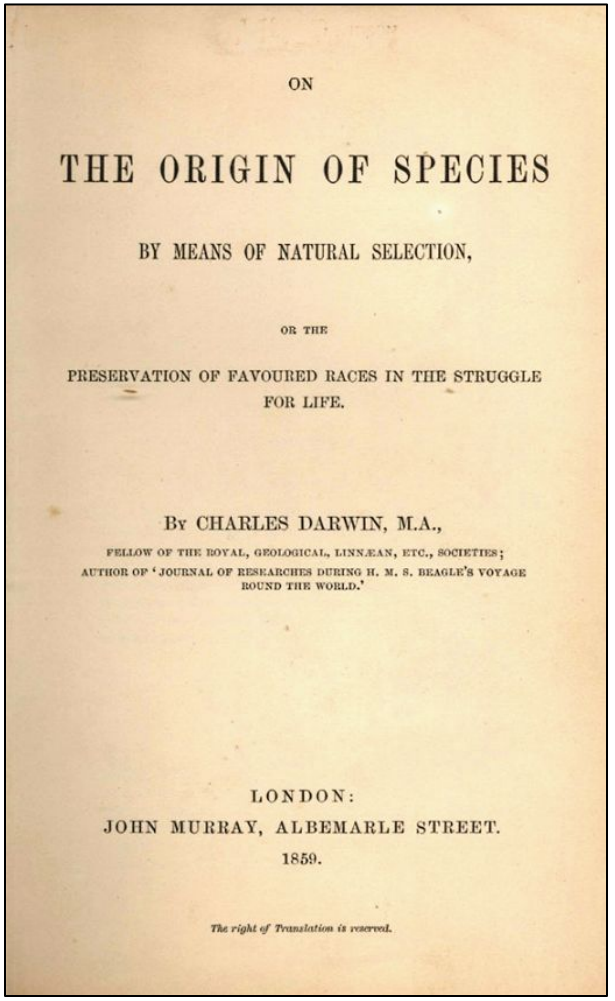
Вьюрки Галапагоских островов

Сравнивая фауну Галапагосов и Южной Америки, Дарвин констатирует, что животный мир архипелага несет отпечаток материковых форм и вместе с тем является особенным галапагосским вариантом. Он задумывается над значением изоляции в дифференцировании видов. Особенности, характер распространения галапагосских организмов так поразили его, отмечал Дарвин, что он начал систематически собирать все факты, имеющие определенное отношение к видам.

В 1859 году Чарльз Дарвин публикует «Происхождение видов». В этом труде была сформулирована теория эволюции основанная на конкуренции и естественном отборе.

Основные положения теории

1. ***Все виды живых существ, населяющих Землю, никогда не были кем-то созданы.***
2. ***Возникнув естественным путем, органические формы медленно и постепенно преобразовывались и совершенствовались в соответствии с окружающими условиями.***
3. ***В основе преобразования видов в природе лежат такие свойства организмов, как изменчивость и наследственность, а также постоянно происходящий в природе естественный отбор. Естественный отбор осуществляется через сложное взаимодействие организмов друг с другом и с факторами неживой природы.***
4. ***Результатом эволюции является приспособленность организмов к условиям их обитания и многообразие видов в природе.***



ON

THE ORIGIN OF SPECIES

BY MEANS OF NATURAL SELECTION,

OR THE

PRESERVATION OF FAVOURED RACES IN THE STRUGGLE FOR LIFE.

By CHARLES DARWIN, M.A.,

FELLOW OF THE ROYAL, GEOLOGICAL, LINNÆAN, ETC., SOCIETIES;
AUTHOR OF 'JOURNAL OF RESEARCHES DURING H. M. S. BEAGLE'S VOYAGE ROUND THE WORLD.'

LONDON:
JOHN MURRAY, ALBEMARLE STREET.
1859.

The right of Translation is reserved.

Первое издание «Происхождение видов путем естественного отбора»

Предпосылки и движущие силы эволюции по Ч. Дарвину

Наследственная изменчивость → Борьба за существование и естественный отбор → Новый вид

Схема действия естественного отбора в системе вида

Изменчивость свойственна любой группе животных и растений, и организмы отличаются друг от друга во многих различных отношениях.

Число организмов каждого вида, рождающихся на свет, больше того числа, которое может найти пропитание и выжить. Тем не менее, поскольку численность каждого вида в естественных условиях постоянна, следует предполагать, что большая часть потомства гибнет.

Поскольку рождается больше особей, чем может выжить, происходит борьба за существование, конкуренция за пищу и место обитания.

Среди множества изменений, наблюдающихся у живых существ, одни облегчают выживание в борьбе за существование, другие же приводят к тому, что их обладатели гибнут.

Выживающие особи дают начало следующему поколению, и таким образом «удачные» изменения передаются последующим поколениям. В результате каждое следующее поколение оказывается все более приспособленным к среде обитания

Первые возражения дарвинизму

Теория происхождения видов путём естественного отбора встретила много сторонников в среде биологов, но были и серьёзные аргументированные возражения против неё.

Флеминг Дженкин (инженер): Полезные изменения, возникшие у единичных особей, при скрещивании с другими особями, не обладающими такими признаками будут постепенно нивелироваться и исчезать из генофонда популяции.

Уильям Томсон (лорд Кельвин, физик): Определял возраст Земли в 24 млн. лет и из этого факта делал вывод о непригодности теории Дарвина, потому что на эволюцию просто не хватило бы времени..

Пьер Флуранс, Арман Катрфаж (зоологи): 1. Наука не располагает фактами превращения одного вида в другой; 2. Одновременно существуют высшие и низшие организмы вопреки отбору и изменению условий среды; 3. Отсутствуют переходные формы в ископаемом состоянии; 4. Абсолютен характер физиологических различий между расами и видами.

Данилевский Н.Я. (зоолог): Привел 15 главных ошибочных выводов Дарвина. Нет никаких оснований распространять на виды дикой природы выводы, касающиеся способов образования форм домашних животных и культурных растений.

Общие выводы

1. Существуют две основные теории происхождения органического вещества на Земле: гипотеза панспермии С. Аррениуса и абиогенная теория Миллера-Опарина.
2. Первые органические полимеры, обладающие энзимической активностью и способные копировать самых себя, были молекулы РНК.
3. По теории А.И. Опарина первые клетки возникли из коацерватных капель.
4. Первыми клеточными формами жизни были археобактерии, а первыми экосистемами строматолиты.
5. Огромным эволюционным скачком в развитии органического мира на Земле является появление эукариотических клеток в результате симбиогенеза.
6. Первые эволюционные идеи появились ещё в античный период, а первая стройная теория эволюции была разработана Ж. Ламарком. Его теория базировалась на ошибочных представлениях о наследовании приобретённых признаков.
7. Чарльзом Дарвиным создана теория происхождения видов путём естественного отбора. Согласно его теории изменения наследственного материала происходят случайно, а окружающая среда отбирает наиболее приспособленные формы.