

A dramatic space scene featuring Saturn's rings, Earth, and a comet streaking across the sky. The background is a dark, star-filled space with a bright sun in the bottom right corner. The text is overlaid on the scene in a white, sans-serif font.

**Эволюция ранней
Солнечной системы
в аспекте Большой
истории и глобальной
эволюции**

Гринин Л. Е.

Эпохи ранней истории Солнечной системы с точки зрения эволюции

- ▣ **Эпоха создания «порядка из хаоса»** – формирование из туманности протосолнца и протопланетного диска. Примерно до 1 млн лет от коллапса протосолнечного облака.
- ▣ **Эпоха борьбы за ресурсы** – период формирования твердого вещества, зародышей планет и первичных планет. Примерно до 10–50 млн лет от коллапса.
- ▣ **Эпоха миграций планет и катастроф.** 600–700 млн лет от коллапса или до 3,9–3,8 млрд лет назад.
- ▣ **Эпоха поздней тяжелой бомбардировки** планетезималями и метеоритами планет и их спутников. Длилась 900 млн лет до 3,2 млрд лет назад.

Формирование протосолнечной системы из газопылевого облака

- ▣ Возраст Солнечной системы $\approx 4,57$ млрд лет.
- ▣ Солнце и будущие планеты появились в результате сгущения огромного газопылевого облака молекулярного водорода и его гравитационного коллапса.



Для начала процесса сгущения облака нужен какой-либо триггер (толчок). Триггером могли стать гравитационные волны от взрыва сверхновой за 2 млн лет до начала коллапса протосолнечного облака.

Общезволюционное правило необходимости триггерных событий для запуска эволюционного процесса.

- Для начала процесса фазового перехода, помимо внутренней готовности системы, нужен толчок, или триггер. Без триггера система может долго находиться в состоянии потенциальной готовности к трансформациям, не меняясь.

Триггер в биологической эволюции: похолодание 6–8 млн лет назад → формирование в Восточной Африке обширных открытых пространств → эволюция гоминид-дриопитеков, живущих на деревьях, в прямоходящих гоминид типа австралопитеков.



Социальная эволюция: война или вынужденное переселение могут стать толчком к образованию раннего государства, так же как и открытие данного общества для внешнего мира (как случилось с гавайцами в конце XVIII в., когда их острова открыл Джеймс Кук).



Протопланетный диск и образование пылевого субдиска

Вокруг молодого Солнца образовался протопланетный диск.

$\approx 98\%$ H_2 и He

\approx от 0,5 до 1,5 % пылевые частицы.



Образование зародышей планет могло быть связано с образованием в центре диска пылегазового субдиска. В нем соотношение «пыль – газ» меняется во много раз по сравнению с космическим. Также и пылинки могли увеличиваться в размерах (за счет слипания и притягивания).

Общеэволюционное правило важности неоднородностей и флуктуаций

- ▣ **Пыль - элемент неоднородности в облаках молекулярного водорода.** Концентрация этого твердого вещества обеспечила возможность формирования допланетных тел, а затем и планет.

Вывод: для эволюционного изменения на всех уровнях эволюции часто требуется возникновение критической неоднородности. Абсолютная гомогенность делает эволюционные процессы невозможными.

- ▣ Биологическая эволюция: небольшая флуктуация-мутация способна запустить процесс видообразования.
- ▣ Социальная эволюция: в трансформации многих этносов важную роль сыграли особые группы, включавшие в себя и иноземцев.

Начало образования допланетных тел и протопланет

- ▣ Теория *сгущений*: протопланеты возникли из пылевых сгущений.
- ▣ Более распространена теория *последовательной аккреции (или аккумуляции)*: крошечные частицы пыли слипаются, образуя сначала мелкие частицы твердого вещества, а затем крупные глыбы, которые постепенно вырастают в зародыши планет.
- ▣ Частицы твердого вещества (от мелких до гигантских глыб) называются *планетезималиями*.
- ▣ Образовался так называемый *протопланетный рой объектов*, где роились планетезималии самых разных размеров. Они постоянно сталкивались, иногда объединялись и росли, иногда – дробились. **Чем крупнее был объект, тем больше ресурсов он мог захватить.** Постепенно выделилась небольшая по количеству «элита», тела размером с Луну или даже Меркурий.

Общеэволюционный закон борьбы за ресурсы и жизненное пространство

- ▣ Борьба за ресурсы – общий механизм отбора на всех уровнях эволюции.
- ▣ Борьба за ресурсы – важнейшая часть дарвиновской борьбы за существование в биологическом мире и способ отбора.
- ▣ Конкуренция в экономике – прекрасный пример борьбы за ресурсы в социальном мире.
- ▣ В процессе отбора на всех уровнях эволюции огромную роль играют те или иные, в том числе случайные, преимущества.
- ▣ Раздел ресурсов всегда несправедлив, и только в социальной эволюции на ее высших фазах начались попытки устранения наиболее острых форм несправедливости.

Образование системы протопланет

- ▣ Ранее господствовала идея, что все планеты образовались более или менее одновременно. Но сейчас популярна гипотеза, что одни планеты образовались раньше других.
- ▣ Ряд исследователей считают, что первым сформировался Юпитер, затем Сатурн, а планеты земной группы – много позже, зато другие полагают, что сначала образовались планеты земной группы.
- ▣ Есть также интересная идея, что существовало не одно, а два или более поколений первичных планет. Одни считают, что, будучи не слишком удачно сформированными, первичные планеты взорвались и превратились в пояс астероидов. Другие – что Юпитер и Сатурн «сбросили» их на Солнце или «выбросили» за пределы Солнечной системы.
- ▣ *Таким образом, современный порядок в Солнечной системе потребовал двух или более попыток создания этой системы.*

Правило архаичности первичных систем

Системы не формируются зрелыми. Для обретения зрелости и устойчивости им обычно требуется несколько реконфигураций, в том числе циклов разрушения и нового формирования. Поэтому первичные системы часто выглядят архаично, а более совершенные образуются уже как вторичные или третичные.

Это касается:

- ▣ первичных планет или звезд,
- ▣ первичных биологических видов,
- ▣ первичных государств.

Закон борьбы за ресурсы

- ▣ Планеты Солнечной системы делятся на две группы: планеты земного типа и газовые гиганты, состоящие из водорода, гелия и льда.
- ▣ Гипотеза: первыми образовались газовые гиганты и забрали почти весь газ, а планетам земной группы досталось мало ресурсов.
- ▣ Первым мог сформироваться Юпитер.
- ▣ Юпитер смог стать столь большим, потому что сформировался раньше и забрал основную часть газа диска.
- ▣ Остальные планеты-гиганты получили меньше газа, но тоже достаточно много.
- ▣ Зато планеты земной группы, которые образовались последними, газа почти не получили.

Смена местоположения планет

- ❑ Считалось, что все планеты сформировались на тех орбитах, где находятся сейчас.
- ❑ С начала этого века стали набирать популярность мнения, что в течение длительного времени планеты мигрировали.
- ❑ Особенно много предположений о миграциях Юпитера и Сатурна.
- ❑ Их движения повлияли на местоположение других планет.
- ❑ В частности, Нептун и Уран поменялись местами и орбитами, так как ранее Уран находился дальше Нептуна.
- ❑ Одна из гипотез предполагает, что под влиянием Юпитера была выброшена в межзвездное пространство гипотетическая девятая планета.
- ❑ Здесь мы вновь сталкиваемся с правилом *архаичности первичных систем*.

Столкновения и катастрофы в ранний период Солнечной системы были довольно частым явлением

Две предполагаемые катастрофы (произошли в период первых ста миллионов лет).

1) Меркурий был не самостоятельной планетой, а спутником Венеры, но затем «убежал» от нее. Эта версия объясняет сразу две проблемы: малый размер Меркурия, но более чем приличный для спутника; обратное другим планетам вращение Венеры.

2) Столкновение с Теей



Паттерн катастроф

- ▣ Драматизм характерен для эволюции на всех ее уровнях.
- ▣ Всем известна гипотеза, согласно которой вымирание динозавров и других родов связано с падением огромного метеорита на п-ов Юкатан 65 млн лет назад.
- ▣ Катастрофы очень сильно влияли на ход социальной эволюции. Таковы, например, последствия черной смерти в Европе в XIV в.

Катастрофы являются одним из главных механизмов отбора на всех уровнях эволюции.

- ▣ Катастрофы – триггер, запускающий тот или иной процесс, способ разрушения несовершенных систем, а также расширение возможностей эволюции в отношении роста вариативности.

Законы и паттерны эволюции

- ▣ правило необходимости спусковых (триггерных) событий для запуска эволюционного процесса;
- ▣ правило важности неоднородностей и флуктуаций;
- ▣ закон борьбы за ресурсы и жизненное пространство;
- ▣ правило архаичности первичных систем;
- ▣ катастрофы как важнейший механизм отбора

Но это лишь небольшая часть эволюционных правил и законов.

Таким образом, многое из того, что мы знаем об эволюции, можно найти уже в ее космической фазе.

Универсальность эволюции – это реальность, обнаруживаемая во множестве проявлений.