

## «Происхождение жизни. Гиперцикл. Геохимический подход к проблеме»

Работу выполнили ученики 8 «В» класса

Зотова Ксюша,  
Гуськова Катя  
Сухорукова Ира

С общепланетарной точки зрения жизнь следует рассматривать как *способ стабилизации существующих на планете геохимических циклов.*

Что же касается происхождения жизни на Земле, то обычно проблему, ещё со времён Геккеля, сводят к чисто химической задаче: как синтезировать сложные органические макромолекулы (белки и нуклеиновые кислоты) из простых (метана, аммиака, сероводорода и пр.), которые составляли первичную атмосферу Земли. Следует честно признать, что даже эта, в общем-то техническая, задача чрезвычайно далека от своего разрешения. В 20-ые годы А. И. Опарин и Дж. Холдейн экспериментально показали, что в растворах высокомолекулярных органических соединений могут возникать зоны повышенной их концентрации – *коацерватные капли*, которые в определённом смысле ведут себя подобно живым объектам: самопроизвольно растут, делятся и обмениваются веществом с окружающей их жидкостью через уплотнённую поверхность раздела. Затем, в 1953 г., С. Миллер воспроизвёл в колбе газовый состав первичной атмосферы Земли и при помощи электрических разрядов, имитирующих грозы, синтезировал в ней ряд органических соединений – в том числе аминокислоты. Через некоторое время С. Фоксу удалось соединить последние в короткие регулярные цепи – осуществить *безматричный синтез полипептидов*; подобные полипептидные цепи были потом реально найдены, среди прочей простой органики, в метеоритном веществе. Этим, собственно говоря, и исчерпываются реальные успехи, достигнутые в рамках концепции *абиогенеза.*

В качестве альтернативы абиогенезу выступила концепция панспермии, связанная с именами таких выдающихся учёных, как Г. Гельмгольц, У. Томпсон, С. Аррениус, В. И. Вернадский. Эти исследователи полагали, что жизнь столь же вечна и повсеместна, как материя, и зародыши её постоянно путешествуют по космосу; Аррениус, в частности, доказал путём расчётов принципиальную возможность переноса бактериальных спор с планеты на планету под действием *давления света*; предполагалось также,

что вещество Земли в момент её образования из газопылевого облака уже было инфицировано входившим в состав последнего «зародышами жизни».

Концепцию панспермии обычно упрекают в том, что она не даёт *принципиального* ответа на вопрос о путях происхождения жизни и лишь отодвигает решение этой проблемы на неопределённый срок. При этом молчаливо подразумевается, что жизнь должна была произойти в некоторой конкретной точке Вселенной и далее расселяться по космическому пространству – подобно тому, как вновь возникшие виды животных и растений расселяются по Земле из района своего происхождения; в такой интерпретации гипотеза панспермии выглядит по сути просто уходом от решения поставленной задачи. Однако действительная суть этой концепции заключается вовсе не в романтических межпланетных странствиях «зародышей жизни», а в том, что жизнь как таковая просто является *одним из фундаментальных свойств материи*, и вопрос о «происхождении жизни» стоит в том же ряду, что и. Например, вопрос о «происхождении гравитации». Однако все попытки обнаружить живые существа (или их ископаемые остатки) вне Земли, и прежде всего в составе метеоритного вещества, так и не дали положительного результата. Это заставляет сделать вывод, что панспермия, так же как абиогенез, не даёт удовлетворительного ответа на вопрос о возникновении жизни на Земле.

Реальный прорыв в этой области обозначился лишь в последние 20-25 лет, и связан он был с приложением к проблеме возникновения жизни теории *самоорганизующихся систем*. Самоорганизующейся называют такую систему, которая обладает способностью корректировать своё поведение на основе *предшествующего опыта*. Следует сразу оговорить, что при этом было строго показано, что рассмотрение процессов *развития принципиально не возможно* в рамках классической термодинамики.

М. Эйген выдвинул концепцию образования упорядоченных макромолекул из неупорядоченного вещества на основе *матричной репродукции и естественного отбора*. Он начинает с того, что дарвинский принцип естественного отбора (ЕО) – *единственный* понятный нам способ создания новой *информации*. Если имеется система *самовоспроизводящихся* единиц, которые строятся из материала, поступающего в *ограниченном* количестве из единого источника, то в ней с неизбежностью возникает *конкуренция* и, как её следствие, ЕО. Эволюционное поведение, управляемое ЕО, основано на самовоспроизведении с «информационным шумом» (изменениями). Наличие этих двух физических свойств достаточно, что бы стало *принципиально возможным* возникновение системы с *прогрессирующей степенью сложности*.

Итак, Эйгену «всего-навсего» осталось найти *реальный* класс химических реакций, компоненты которых вели бы себя подобно *дарвинским видам*, т. е. обладали бы способностью «*отбираться*» и, соответственно, эволюционировать в сторону увеличения сложности организации. Именно таким свойством обладают *нелинейные автокаталитические цепи*, названные им *гиперциклами*.

Гиперциклы, одним из простейших примеров которых является размножение РНК-содержащего вируса в бактериальной клетке, обладают рядом уникальных свойств, порождающих *дарвинское поведение системы*. Гиперцикл конкурирует с *любой* самовоспроизводящейся единицей, не являющейся его членом. Он не может стабильно сосуществовать и с другими гиперциклами, если только не объединён с ними в автокаталитический цикл следующего, более высокого порядка. Состоя из *самостоятельных* самовоспроизводящихся единиц, он обладает и *интегрирующими* свойствами. Таким образом, гиперцикл объединяет эти единицы в систему, способную к *согласованной эволюции*, где преимущества *одного* индивида могут использоваться *всеми* её членами, причём система как целое продолжает интенсивно конкурировать с любой единицей иного состава.

Эта концепция, в частности, вполне удовлетворительно описывает возникновение на основе взаимного катализа системы «нуклеиновая кислота-белок» - решающее событие в процессе возникновения жизни на Земле. Вместе с тем сам Эйген подчёркивает, что в ходе реальной эволюции гиперцикл вполне мог «вымереть».

Однако на процесс возникновения жизни можно посмотреть и с несколько иной позиции, не биохимической, а геохимической, как это делает, например, А. С. Раутиан. Мы уже говорили о том, что с общепланетарной точки зрения жизнь – это способ *упорядочения и стабилизации* геохимических круговоротов; откуда же берётся сам геохимический круговорот?

Открытый космос *холоден* (лишь на 4 °С теплее абсолютного нуля) потому, что концентрация вещества в нём ничтожно мала, и звёздам просто нечего нагревать; по этой же самой причине Вселенная прозрачна, и мы видим небесные светила. В то же время любая планета, будучи непрозрачной. Аккумулирует часть энергии, излучаемой центральным светилом, и *нагревается*, и тогда между нагретой планетой и холодным космосом возникает *температурный градиент* (ТГ). Если планета обладает при этом достаточно подвижной газообразной или жидкой оболочкой, то ТГ с неизбежностью порождает в ней – просто за счёт конвекции – физико-химический круговорот. В этот круговорот с неизбежностью же вовлекается и твёрдая оболочка планеты, в результате чего возникает глобальный геохимический цикл – *прообраз биосферы*.

Итак, движущей силой геохимических круговоротов является в конечном счёте энергия центрального светила в форме ТГ. Поэтому элементарные геохимические циклы существуют в условиях периодического падения поступающей в них энергии – в те моменты, когда они в результате вращения планеты оказываются на её теневой стороне, где ТГ меньше. Эта ситуация должна порождать *отбор круговоротов на стабильность*, т. е. на их способность поддерживать собственную структуру. Наиболее же стабильными окажутся те круговороты, что «научатся» запасать энергию во время световой фазы цикла, с тем, чтобы расходовать её во время теневой. Другим параметром отбора круговоротов, очевидно, должно быть *увеличение*

*скорости оборота* вовлечённого в них вещества; здесь выигрывать будут те из круговоротов, что обзаведутся наиболее эффективными катализаторами. В конкретных условиях Земли такого рода преимущества будут иметь круговороты, что происходят при участии *высокомолекулярных соединений углерода*.

Итак, жизнь в форме химической активности означенных соединений оказывается стабилизатором и катализатором уже существующих на планете геохимических циклов; циклы при этом «крутятся» за счёт внешнего источника энергии. Это напоминает *автокаталитическую систему*, которая обладает потенциальной способностью к саморазвитию и прежде всего к совершенствованию самих катализаторов-интермедиантов. Отсюда становится понятным парадоксальный вывод, к которому независимо друг от друга приходили такие исследователи, как Дж. Бернал и М. М. Камшилов: ***жизнь как явление должна предшествовать появлению живых существ.***