

Часть 4. Развитие концепции эволюции по Галимову её автором и сравнение взглядов Э.М. Галимова с результатами данной работы

В данной работе обсуждаются частные результаты компьютерных опытов, способные прояснить некоторые механизмы химической эволюции. Однако совокупность этих частных результатов позволила усмотреть некоторые общие правила и движущие силы эволюции, проявляющиеся на молекулярном уровне. Покажем, как эти правила, сформулированные на языке молекулярного моделирования, согласуются с концепцией, изложенной Э.М. Галимовым в книге [2] и развитой им в выступлениях на конференциях, а также в его статье [3]. Эта работа имеет говорящее о многом название, которое по-русски звучит так: «Концепция удерживаемого упорядочения и механизм происхождения жизни, связанный с молекулой АТФ».

Названия этих двух работ, сколь бы ёмкими они ни были, не исчерпывают сложного содержания концепции. У концепции имеется несколько взаимосвязанных составляющих. Поэтому удобно будет сравнивать некоторые общие выводы данной работы с этими отдельными положениями цельной концепции. Перечислим эти положения (они будут выделены полужирным шрифтом, чтобы не вставлять непрерывно ссылки на работы Галимова и проверим, насколько результаты данной работы с ними согласуются).

- 1. Химическим системам предписано поведение ограничения возможных движений и взаимодействий.** Отсюда вытекает тенденция удерживаемого и нарастающего упорядочения в химическом мире. Возникает вопрос – где это прописано и предписано? Ответ – в фундаментальных свойствах элементарных частиц и в значениях мировых физических констант. В частности, в ошеломляющей несоизмеримости электрической и гравитационной силы, с которыми взаимодействуют два электрона или протона. Отношение электрической силы к гравитационной составляет для электронов 10^{40} . Но именно эта несоизмеримость порождает согласованные ветви эволюции материи в Космосе и в крошечном его уголке – на Земле. В Космосе гравитация создает колоссальные структуры в борьбе со случайными неравномерностями распределения вещества в пространстве. Электрических сил там не видно. На Земле, в капле воды, в состоянии невесомости бушуют грозные электрические силы, проявляя свою мощь лишь на малых межатомных и межмолекулярных расстояниях. А предписанный

микрочастицам квантово-механический закон ограничивает их движения и потенциальные возможности электрических сил устроить общий коллапс материи на микроскопическом уровне. Возникают химические структуры, более сложные, чем молекула воды. Хотя бы димеры, тримеры, тетрамеры и пентамеры воды. Обратим внимание на явное ограничение в этом ряду олигомеров воды. Каждая индивидуальная молекула воды может быть непосредственно координирована водородными связями только с четырьмя другими молекулами. Конечно, ассоциат воды может разрастаться и дальше. Однако характер этого упорядочения уже не будет характерным для предбиологической химической эволюции. Это будет превращением хаотической жидкости в кристалл льда с его малой структурной подвижностью. Картину упорядочения молекул воды в малых масштабах можно дополнить более сложными событиями при столкновении с молекулами, содержащими углерод и азот. Тут может появиться и аденозин. Но остановимся и лишь обратим внимание на то, что тяжелые ядра кислорода, азота и углерода родились не в этой капле воды, они дети некоей Сверхновой, в которой когда-то давно гравитационные силы создали условия для ядерного горения и проявления глубоко спрятанных сил сильного ядерного взаимодействия. Вот из этой согласованной несоизмеримости мировых констант и свойств элементарных частиц с неизбежностью вытекает прогноз: упорядочению материи, её далеко идущей эволюции – быть. Согласованности всех ветвей и уровней эволюции – быть. А дело появившихся в процессе эволюции физиков – скрупулезно проверять, работает ли это предписание, оправдывается ли этот прогноз в разных простых ситуациях.

2. Результаты данной работы показывают, что предписание работает на уровне, доступном молекулярному моделированию.
3. **Удерживаемый (sustained), продолжительный характер процессов упорядочения вещества обеспечивается в стационарных системах неравновесных процессов. При этом отклонение от равновесия должно быть небольшим, а сами процессы – линейными, то есть независимыми от собственной продукции.** Это требование является трудным, противоречивым, но живое вещество прекрасно справляется с его выполнением, доказывая, что имеется аттрактор таких процессов. Аттрактором является само стационарное состояние тех открытых неравновесных систем, которые проявляют признаки живого. Этот аттрактор проявляет замечательное свойство, важность которого невозможно переоценить. При его достижении неравновесная система создает минимальную энтропийную нагрузку на окружающий мир. В условиях совершенно

испортившегося, полностью хаотического мира, никакая отдельная открытая неравновесная система не смогла бы в нем существовать. По контрасту, нелинейная система, если и имеет аттрактор, то совершенно противоположного свойства. Таким аттрактором является как раз полный хаос. Всё сказанное в этом пункте имеет отношение к условиям устойчивого существования и воспроизведения живого. Но не к эволюции. Используя понятие финализма в биологии, заметим, что эволюция остро заинтересована в продуктах эволюции. Что она очень ценит и эффективно использует удачные ходы и продукты эволюции.

Комбинаторный принцип эволюции позволяет ей быть очень экономной. Это было здесь показано на примитивном примере ядерного синтеза. Как в недрах сверхновой, так и в ускорителях многозарядных ионов, тяжелые атомные ядра получают не из отдельных нуклонов, а при столкновениях уже готовых ядер средней массы. Но если эволюция связана с преимущественным использованием продуктов эволюции, то ее результаты зависят от ее собственной продуктивности. Следовательно, эволюция это нелинейный процесс. Отсюда автор концепции приходит к правдоподобному прогнозу, что **нынешнее состояние эволюции, ускоренной антропогенными процессами, может закончиться переходом к нелинейному аттрактору, к хаосу.** Позволим себе усомниться в правдоподобии этого прогноза. На основании наблюдения за сегодняшним состоянием эволюции. Факты намекают – что-то не позволяет проявиться этому стремлению к естественному аттрактору, к хаосу. Что-то сдерживает семимильные шаги эволюции. Даже не шаги, поскольку **эволюция способна, за счет использования достижений и продуктов эволюции, совершать резкие скачки, перепрыгивая через возможные промежуточные виды и формы.** Что это за сдерживающий фактор? Автор концепции задает следующий законный вопрос.

4. **Есть ли предел биологической эволюции?** Дополним. Есть ли предел химической эволюции? Космологической? Социальной? Законное расширение постановки вопроса, поскольку есть подозрение, что внутренние пружины эволюции универсальны. Наблюдение результатов молекулярного моделирования позволяет наметить ответ. На каждом отдельном историческом отрезке эволюционного процесса он наталкивается на почти абсолютный СТОП. Сигнал СТОП генерируется не пружинами эволюции. Он исходит от того материала, над которым трудится эволюция. Проиллюстрируем примерами, разобранными ранее в данной работе, только покажем их с другой стороны.

- 4.1.1. В недрах сверхновой ядро средней массы бомбардирует готовое тяжелое ядро. Часть протонов и нейтронов снаряда могут застрять в тяжелом ядре. Получается более тяжелое ядро с более богатыми потенциальными эволюционными способностями. Проявятся эти способности потом, в более холодном мире, где ядро спокойно оденется электронами и создаст тяжелый химический элемент с его переменной валентностью. Но пока наблюдается **упущение эволюционных возможностей упорядочения** ядерной материи. Новое ядро ждет нового удара. Но, начиная с некоторой заметной массы, скажем с 90 аем, следующий удар может не привести к усвоению этим ядром нового набора нуклонов. Силы отталкивания протонов в ядре начинают превышать цементирующие ядро сильные взаимодействия между нуклонами. В микроскопическом масштабе времени может существовать ядро с массой 110 аем, но в макроскопическом масштабе Космос не заметит появления нового химического элемента. Эволюция останавливается. Но не уходит навсегда с общей сцены преобразования материи. Сравнительно тяжелое ядро в условиях прохладной Земли входит в состав биологически важного соединения, в кодон чьей-то ДНК. Известно, что каждый см² поверхности живого организма подвергается облучению двумя жесткими космическими частицами в каждую минуту. Когда-то такая частица попадет в данное ядро и вызовет изменение его порядкового номера в таблице Менделеева. Тогда химически модифицированный кодон может дать такую мутацию, которая вызовет эволюционный скачок. Положительный или отрицательный в плане будущего упорядочения химического материала. Как повезет. Но это есть редкое проявление всё же продолжающейся эволюции на ядерном уровне организации материи.
- 4.1.2. Атом водорода охотно объединяется с другим атомом водорода. Таковы квантово-механические свойства протона и электрона. Им удобно объединиться в коллектив из двух протонов и двух электронов. Но дальше – Стоп. Эти же свойства микрочастиц запрещают дальнейший ход эволюции в данном направлении. Металлический водород – это скорее техническая мечта, чем реальность. Однако получившаяся молекула водорода является ценным материалом для эволюционного процесса в других направлениях. Хотя бы в таком. У этой молекулы есть развитая электронная поверхность. В сущности, вся электронная плотность молекулы это и есть поверхность. И там, где важны межмолекулярные ван дер Ваальсовы силы, водород проявляет себя очень активно и энергично. А большая подвижность протонов в молекуле водорода позволяет ему легко вступать в акты химического превращения, соединения с другими молекулами. Более того, даже потеряв свою молекулярную идентичность в таких актах, водород сохраняет свою эволюционную ценность. Как показано в теории [9], именно перескоки протона из одной потенциальной ямы в другую составляют сущность многих реакций в мире органических молекул. Тем самым, новые крупные органические молекулы теперь продолжают наметившуюся линию эволюции. Мы знаем, что эта линия является очень протяженной. Однако мы не наблюдаем органических молекул макроскопических размеров. В чем дело, отчего бы молекулам не расти, приобретая все большую и большую эволюционную ценность. Ответ дан в тексте данной работы. Крупная органическая молекула обладает очень большим запасом колебательной энергии даже при температуре $T = 0$ К.

Сложение множества нормальных колебаний приводит к хаотическому брожению микроскопических областей колебаний с большими амплитудами по всему молекулярному пространству. Возникает возможность для какой-то валентной связи преодолеть свой предел диссоциации в ангармоническом колебании. Связь рвется, очень крупная молекула быстро погибает. Ветвь эволюции пресекается. Но ценный в эволюционном плане материал не пропадает. Только эволюция теперь вынуждена использовать этот материал на другом пути.

- 4.1.3. Крупные органические молекулы аккумулируют в своих структурах огромные количества информации (синоним низкой энтропийности). Очень ценное эволюционное качество. Как же им не воспользоваться? Что делать? Ясно – соединить информацию с информацией, получая более ценную информацию. Правда, никакие химические процессы не способны прочесть весь объем информации, содержащийся в молекулярной структуре. Просто невозможно проникнуть в глубины крупной молекулы, чтобы всё прочитать. Это **избыточная сложность биологических структур**. Ничего, будем использовать не всю информацию, а только лежащую на поверхности молекулы.
- 4.1.4. Поверхность большой молекулы тоже большая. И доступна физическая информация, проявляющаяся как структура внешнего электростатического поля молекулы или как плотность неподеленных пар валентных электронов. Один вид информации будем использовать в налаживании ван дер Ваальсовых связей, второй в формировании водородных связей. С помощью и того, и другого будем строить новые пригодные для эволюции объекты – супрамолекулы. А тут уж недалеко до ДНК и до субстрата, распятого в полости фермента именно такими лёгкими связями. Академик А.И. Коновалов сказал: «**Супрамолекулы это мостик между неживой и живой материей**». Он же сказал: «**Информация создается на молекулярном уровне, а считывается на супрамолекулярном**». Выделено, поскольку прямо развивает концепцию Галимова. В данной работе было проиллюстрировано, как с помощью такого супрамолекулярного механизма обеспечивается стандартизация низкоэнтропийных продуктов ферментативных реакций. Это есть **эволюционный консерватизм**. Очень хорошо. Почему бы, двигаясь в этом направлении, не построить живой организм из одних супрамолекул? Совершенный организм, где сплошная информация и никакой дезинформации. Тем более, что экспериментально показано – супрамолекулы склонны к самосборке, к самопроизвольному упорядочению химического мира. Но это было бы нехорошо. Сверхупорядоченное вещество со стандартными структурными это кристалл. А кристалл не живет. Даже такой сложный, принципиально несимметричный объект, как белок, из-за строгой стандартности структуры и конформации легко кристаллизуют ради рентгеновского структурного анализа. Только вот в кристаллической форме белок не работает. Что же останавливает эволюцию на этом благородном пути? В другой форме этот вопрос прозвучал на конференции в рамках данной Программы, проведенной в Казани. Из зала поступил вопрос: «Если супрамолекулы такие прочные, то почему невозможен вечный организм?» Ответ получен в данной работе. Супрамолекулы хорошо защищают свои супраструктуры от внешних тепловых ударов, поскольку легкие связи являются плохими проводниками энергии этих ударов. Но крупные молекулы, входящие

в состав ассоциатов, также подвержены колебательной деструкции, как и свободные крупные молекулы. И даже за короткое время жизни организма в его информационных хранилищах накапливаются ошибки, дезинформация. Происходит старение и разрушение. А вот это и вправду хорошо. В нашей работе [10] выяснено, что без разрушения, без разборки генетического материала, невозможна его повторная самопроизвольная сборка, невозможно передавать вперед информацию о ценных в эволюционном плане структурах. Невозможен генетический код. Эволюцию супрамолекул надо было остановить. И она была остановлена. Однако остался ценный продукт эволюции, обеспечивший еще более стремительную эволюцию. Это нашедшие друг друга нуклеотиды и полипептиды. К сожалению, пока молекулярное моделирование не добралось до постановки и решения актуальной задачи – как эти два класса соединений распознали эволюционную самоценность своего симбиоза. Остается повисшая в воздухе догадка, что подобные сигналы Стоп ожидают эволюцию на любом из ее путей и с любым материалом.

В заключение этого раздела отметим пункт, в котором наши опыты по молекулярному моделированию не согласуются с одним положением концепции эволюции. В книге Галимова утверждается, что эволюция не имеет плана и цели. Можно сказать и так. А можно заметить, что план высших форм организации материи записан в свойствах элементарных частиц. Реализуется этот план в режиме, определяемом значениями мировых физических констант. Мы не знаем всех свойств элементарных частиц, а поэтому не можем прогнозировать, как должен выглядеть мир на своем высшем уровне возможного усложнения. Но мы видим тенденцию его усложнения. Как видим и тенденцию к его упрощению, разрушению. В коротком промежутке истории Вселенной, в очень маленьком ее пространственном участке, в Солнечной системе, на Земле мы замечаем, что тенденция усложнения материи серьезно преобладает над тенденцией упрощения и разрушения. Мир рушится и погибает, а мы на этом фоне живем и развиваемся. Значит, тому есть объективные причины. Пока мы не можем написать уравнение этого движения, подобно уравнению движения в механике. Не можем, поскольку еще не изобрели адекватной системы отсчета для описания движений в пространстве Жизни и не угадали закона всемирной Эволюции. Остается очеловечивать эволюцию и говорить временно, что у эволюции есть цель – сама эволюция, которая должна выполнить предписанную ей работу. В процессе этой работы **эволюция создает свои эволюционные ценности и экономно их использует. Не обязательно тут же использует найденные ценности в создании соответствующих фенотипов, откладывает это на потом.**

В работе [3] автор концепции утверждает:

Продукт с эффективным эволюционным преимуществом это не тот, который более стабилен или дает больший выход, но который обеспечивает связь с последующим упорядочением. Это напоминает блуждания в лабиринте: правильный шаг не туда, где будешь чувствовать себя комфортнее, но туда, где открывается путь вперед к выходу.

Позволим себе последний аргумент в пользу нашей идеи о существовании цели эволюции. Будем действовать заслуженным методом доведения условий рассмотрения до абсурда.

Пусть эволюция по Галимову дала некий совершенный фенотип. Образовался некий биологический вид с замечательными автотрофными свойствами. Пусть с помощью эволюции по Дарвину элиминированы все предшественники этого вида. Утерянный по Мильтону рай возвращен и предельно усовершенствован навсегда. Автотрофному виду не угрожает первородный грех, поскольку автотрофным существам яблоки не нужны, а половое размножение входит в генетическую программу вида, не является ошибкой, то есть грехом (по-болгарски ошибка = грешка). Всё бы хорошо, но мы уже много раз видели, как тепловое движение крупных молекул приводит к их гибели. Совершенный вид через много поколений райской жизни испортится и вымрет. Его не спасет даже половое размножение, вращающееся в пределах одного и того же постепенно портящегося генома. Этому виду окунуться бы в **генетический океан разнообразных потенциальных возможностей** (напоминаю, что выделены полужирным элементы концепции). А нету никакого генного океана! И уже нет следов единственного совершенного вида. Он пресекался, а с ним пресеклась Жизнь.

Отсюда следует пусть частный, пусть незначительный пункт, который можно было бы добавить к концепции эволюции. Попробуем спрогнозировать, как бы выглядел этот пункт в новой формулировке автора концепции.

Эволюция одной из своих целей имеет Жизнь, поскольку эволюция естественным образом входит в систему условий существования устойчивой, удерживаемой (Sustained) Жизни.