

## О химии жизни

Прежде, чем обратиться к проблеме возникновения жизни, нужно сказать несколько слов о происхождении Солнечной системы.

Общепринятая в настоящее время гипотеза образования Солнечной системы путем возрастания плотности вещества при сжатии газопылевого облака не только ставит больше вопросов, чем дает ответов, но и превращает факт возникновения жизни в явление случайное и уникальное. Если же придерживаться взгляда на биосферу Земли, как на явление закономерное и многократно повторяющееся во Вселенной, то нужно поискать другую гипотезу происхождения Солнечной системы. И такая гипотеза есть.

Еще в первой половине XX века такие крупные астрономы, как Г. Рассел и Ф. Хойл предположили, что Солнечная система возникла из проэволюционировавшей двойной звезды. Позже идею происхождения Солнца из двойной звезды высказал и Дж.П. Койпер. Причем, если принять эту гипотезу, то все становится простым и очевидным.

Действительно, в тесной двойной системе в процессе перетекания вещества с большей звезды на меньшую обязательно должно происходить рождение планет. Ведь обе звезды вращаются вокруг общего центра масс, и одновременно каждая звезда вращается вокруг собственной оси. Поэтому большой звезде попасть веществом в свою меньшую соседку не так то легко, и промахов должно быть достаточно. Учитывая также, что перетекающее вещество обладает собственным вращательным моментом, планеты должны возникать очень часто. И, видимо, подавляющее большинство тесных двойных звезд заканчивает свою эволюцию в виде планетарных систем.

Гипотеза возникновения Солнечной системы из двойной звезды объясняет также, почему весь момент количества движения сосредоточен в планетах. Нужно только найти остаток от второй звезды. И Юпитер, видимо, замечательно подходит на эту роль. В пользу такого вывода свидетельствует сходство состава вещества Юпитера и Солнца, а также то, что Юпитер излучает больше энергии, чем получает от Солнца. (См. также примечание 1)

Из этой гипотезы следует, что образовавшаяся из звездного вещества Протоземля начала свою эволюцию в расплавленном состоянии. Но тогда, даже при небольшом несовпадении оси собственного вращения планеты и оси ее орбиты, должна была возникнуть асимметрия при дифференциации вещества молодой Земли. На одной стороне планеты скапливались легкие химические элементы, а образующееся тяжелое ядро сдвигалось к противоположной стороне.

Нарисованная картина происхождения Солнечной системы и образования Земли далеко не полна, но, тем не менее, она позволяет без противоречий перейти к вопросу возникновения жизни.

Одним из основных процессов, вызывающих эволюцию как на звездах, так и на планетах, является их остывание. В соответствии с принципом Ле Шателье система стремится противодействовать возникающим изменениям. Следовательно, все процессы, происходившие на поверхности Протоземли, были направлены на поддержание температуры остывающей планеты. Когда температура снизилась настолько, что выделение тепла при химических реакциях между простыми элементами стали невозможны, начался органический синтез. Химическая эволюция закончилась тогда, когда реакции между органическими соединениями перестали выполнять свою задачу.

К этому моменту молодая Земля имела очень неприглядный вид. Первичная кора была покрыта природными асфальтами и залита тяжелыми фракциями нефти. Атмосферу насыщали пары более легких углеводородов. Свободной воды практически не было, вся она содержалась в облаках серной кислоты.

И именно серная кислота проделала основную подготовительную работу для начала биохимической эволюции. Вступая в реакции с углеводородами или действуя как катализатор, серная кислота способствовала образованию этанола, уксусной кислоты,

эфира, ацетона, других биологически активных веществ, а также воды, которая, в свою очередь, разбавляла серную кислоту. Нужно сказать, что к началу биохимической эволюции на поверхности Протоземли или в ее атмосфере содержались все вещества, которые выделяют в среду современные бактерии. Так же как человек окружает себя садиком с деревьями, предварительно уничтожив миллионы квадратных километров леса, бактерии выделяют в среду все те вещества, которые при возникновении прокариот присутствовали в изобилии и обеспечивали существование этих же бактерий.

Конечно, много наработок для будущей биохимической эволюции произошло и в атмосфере, где температура была ниже. Но жизнь, в нашем понимании этого слова, могла возникнуть только тогда, когда температура и давление позволили воде хотя бы на короткое время конденсироваться на богатой органикой поверхности первичной Земли. И именно на границе температуры кипения простая капелька воды создала то, что мы называем бактериальной клеткой. Попытаемся представить себе, как все это могло произойти.

Жизнь капельки воды, оказавшейся на поверхности еще горячей молодой Земли, была очень коротка. Но нашей капельке повезло. Она упала на нефтяную пленку, в которой было много органических кислот, эфиров и многоатомных спиртов. Спасаясь от нестерпимой жары, наша капелька просто завернулась в эти вещества, создав, таким образом, первую примитивную мембрану. Это несколько отсрочило ее гибель, но не решило проблему. Чтобы «выжить», наша капелька нуждалась в механизме понижения температуры и ослабления испарения. Добиться этой цели можно было несколькими способами, и будущая клетка, по всей видимости, использовала их все.

Один из способов противодействия испарению состоял в усилении связей между молекулами воды, и наша капелька научилась концентрировать внутри себя ионы кальция. Из окружающей ее нефти протоклетка начала поглощать и простейшие полярные органические молекулы, потому что при их полимеризации образовывалась вода и одновременно понижалась температура. Кроме того, полимеризация и деполимеризация позволяли регулировать внутреннее осмотическое давление. Большую роль играла фосфорная кислота. При ее полимеризации удавалось понизить температуру больше, чем в какой-либо другой реакции. А свойство фосфата, в противовес ионам кальция, ослаблять связи между молекулами воды и этим активизировать различные реакции, сделало фосфорную кислоту просто незаменимой. (Полифосфаты, видимо, стали первыми внутриклеточными терморегуляторами.) Еще один важный способ отвода тепла состоял в охлаждении наружной поверхности, и здесь наша капелька не упустила свой шанс. Она начала концентрировать и полимеризовать на своей внешней поверхности содержащиеся в нефти углеводы и аминокислоты, при этом поглощая образующуюся в результате реакции воду.

Тепло можно было отводить и через высокоэнергетическое излучение, поэтому протоклетка накапливала внутри себя порфирины, пурины и пиримидины, в которых тоже не было недостатка. С помощью этих веществ наша капелька превращала тепло в свет и ультрафиолет. Таким образом, уже в самом начале своего существования будущая клетка сконцентрировала внутри себя все те механизмы, которые и обеспечили биохимическую эволюцию.

Но перед нашей капелькой стояла еще одна задача: нужно было исключить прилипание к нефтяной поверхности. Здесь-то и пригодились образующиеся снаружи полимеры. Окружив себя стенкой из полисахаридных и белковых компонентов, будущая клетка сразу почувствовала себя намного увереннее.

Первоначально протоклетка, если была такая возможность, росла за счет воды, образующейся при синтезе полимеров. Достигнув критической величины, она делилась на части, так же, как это происходило в опытах А. Опарина. При повышении температуры, видимо, существовал и обратный механизм слияния наших капелек, а лишние полимеры увеличивали толщину стенки, окружающей протоклетку.

Таким образом, можно сказать, что жизнь возникла как компромисс между водой и нефтью на основе межфазных химических реакций. Но основную роль, конечно, играла вода.

Вообще, с точки зрения интересов воды можно объяснить многие биохимические процессы (см. примечания 6-9). В том числе, ответить на вопрос, почему биологические системы построены из L-аминокислот и D-сахаров.

Так, если воспользоваться «Справочником биохимика» под редакцией Р. Досона (М. «Мир», 1991) и сравнить данные по растворимости аминокислот в воде, то мы увидим, что растворимость многих L-аминокислот значительно меньше зависит от температуры, чем растворимость D-аминокислот. Понятно, что наша капля, заботясь о сохранении постоянства внутренней среды, должна была остановить свой выбор на L-аминокислотах, а D-аминокислоты могли использоваться как температурные рецепторы внешней среды. (D-аминокислоты являются одним из компонентов клеточной стенке грамположительных бактерий.)

Для ответа на вопрос о D-сахарах обратимся к книге В.П. Дядченко «Введение в стереохимию» (Химфак МГУ, Электронная библиотека по химии). В главе о разделении оптических изомеров приводится пример разделения D- и L-фенилэтиламина. Оказывается, соединение L-амина с D-винной кислотой практически сразу выпадает в осадок в метаноле, в отличие от соединения D-амина с D-винной кислотой. По всей видимости, такое же резкое ухудшение растворимости наблюдается и у соединений D-сахаров с L-аминокислотами. Но именно на выпадении вещества в осадок основаны рецепторные и иммунные механизмы клетки. Таким образом, вода, выбрав L-аминокислоты, была вынуждена предпочесть D-сахара. (На самом деле вода делала выбор мгновенно, не прибегая к перебору вариантов.)

Чтобы понять, что все описанное выше могла реализовать простая капелька воды, нужно сказать несколько слов о самой воде.

Уникальность воды обеспечивается двумя ее свойствами. Во-первых, вода обладает хорошей текучестью, а, во-вторых, молекулы воды представляют собой электрические диполи, которые очень быстро образуют межмолекулярные связи. Из этих свойств следует, что нарушения уже установившейся структуры воды вызывают в ней напряжения, которые вода всеми силами стремится ликвидировать. Причем даже самые малые возмущения передаются всему объему воды. Именно поэтому вода всегда соединяет чужеродные молекулы, уменьшая этим поверхность контакта с ними. Вода способна и какое-то время хранить память о своей старой структуре. Учитывая также, что вода всегда частично диссоциирует на положительный протон и отрицательный гидроксил, которые обладают огромными каталитическими возможностями, становится понятно, что для возникновения жизни первичные ферменты были просто не нужны. Но продолжим наш рассказ.

Видимо, немного позже протоклетка сделала новое изобретение. Она соединила нуклеотидную и белковую цепи. Гениальность изобретения заключалась в том, что наличие такой структуры и одновременно свободного пула аминокислот и нуклеотидов позволяло поддерживать стабильную температуру внутри первичной клеточки без участия воды. Когда нужно было понизить температуру, распадалась белковая цепь, но одновременно удлинялась нуклеотидная, и, наоборот, когда нужно было повысить температуру, распадалась нуклеотидная цепь, но удлинялась белковая. Вероятней всего, именно это изобретение стало прототипом вирусов и рибосом. (Свободная энергия гидролиза сложноэфирной связи между нуклеотидами оценивается величиной от -7 до -8 ккал/моль, а свободная энергия гидролиза пептидной связи около -0,5 ккал/моль. См. СОЖ, Спирин А.С. «Принципы функционирования рибосом», 1999)

Понятно, что, несмотря на все ухищрения, наша протоклетка не была гарантирована от гибели. И именно вирусы стали исполнять роль первичных хранителей жизни. При невозможности дальнейшего существования в протоклетке начинался распад

ее внешних и внутренних структур, сопровождавшийся возникновением вирусоподобных частиц, которые в благоприятных условиях могли обеспечить возобновление всех биохимических реакций. Учитывая, что вирусы устойчивы к высокотемпературному высушиванию, но неустойчивы к ультрафиолету и относительно неустойчивы к действию горячей воды, можно сделать вывод, что в момент их рождения солнечный ультрафиолет не достигал поверхности Протоземли. Также отсутствовали сколько-нибудь значительные водные бассейны.

Но молодая Земля продолжала остывать. Одновременно росла целостность протоклетки. И если раньше первичная клетка делилась по необходимости, то теперь это превратилось в смысл ее существования. А когда условия окружающей среды становились совсем невыносимыми, протоклетка переходила в обезвоженное состояние покоя, которое позволяло ей пережить трудные времена. Вот тут-то и понадобилось нашей клеточке научиться запоминать, хранить и передавать опыт, приобретенный в борьбе за выживание. Каких-то особых изобретений не понадобилось. Усовершенствовав немного процесс вирусобразования, наша клеточка приобрела первичную молекулу ДНК и механизм ее считывания.

Но прежде, чем говорить о генетическом коде, нужно понять, для чего клетке понадобилось создавать и запоминать структуры из последовательности аминокислот, многие из которых являются ферментами. И опять ответ подскажет вода.

Фермент – это большая белковая молекула с относительно маленьким реакционным центром. Причем, практически всегда вода либо принимает участие в ферментативных реакциях, либо их контролирует. Уже из сказанного напрашивается вывод, что фермент играет роль поверхности, удобной для воды. Кроме того, один и тот же фермент может реализовать как прямую, так и обратную реакцию. Так, ферменты с гидрофильной поверхностью катализируют, как правило, реакции распада в цитоплазме, а реакции синтеза – на мембране. Это легко понять. В окружении воды такая молекула растягивается, а при контакте с мембранными липидами – сжимается. Одновременно растягивается или сжимается область реакционного центра. (Для мембранных ферментов закономерности обратные.) А то, какую функцию будет выполнять фермент, определяет фосфорилирование или дефосфорилирование белковой молекулы. И если синтез веществ и их распад происходят в разных компартментах клетки, то это опять же сделано водой исключительно для улучшения функционирования самой клетки.

Обратимся теперь к проблеме возникновения генетического кода. В настоящее время твердо установлено, что присоединение чужой аминокислоты к тРНК не может быть обнаружено при биосинтезе белка, и трансляция происходит с ошибкой. (См. СОЖ, Энтелис Н.С. «Аминоацил-тРНК-синтетазы: два класса ферментов», 1998) Но различие аминокислот при считывании мРНК практически однозначно свидетельствует, что механизм кодирования белка мог возникнуть только на уровне отбора аминокислоты и ее антикодона (тРНК). О первичности тРНК может свидетельствовать ее участие в биосинтезе ряда аминокислот и компонентов бактериальной клеточной стенки, а также участие в деградации белков. Что касается генетического кода, то, учитывая ведущую роль воды в процессе возникновения жизни, можно высказать достаточно правдоподобную гипотезу. Соответствие между аминокислотой и ее антикодоном возникло на основе баланса молекул воды. То есть аминокислота связывает в цитозоле и высвобождает при выпадении из раствора ровно такое количество молекул воды, которое может высвободить ее антикодон в составе тРНК при контакте с ферментом. Такой механизм позволяет легко отделить от фермента связанную с тРНК аминокислоту. (См. также примечание б) Значит, вероятней всего, и здесь именно воде мы обязаны существованию механизма кодирования и передачи генетической информации.

Таким образом, с образованием клеточной мембраны и приобретением способности хранить накопленный опыт завершилось формирование первой бактериальной клетки.

Надо сказать, что, когда температура Протоземли достаточно понизилась, для первых прокариот наступил истинный рай, потому что запасы пищи были безграничны как на поверхности планеты, так и в ее атмосфере. И бактерии стали плодиться и размножаться. Но планета продолжала остывать, да и скорость размножения прокариот была, видимо, велика. Так или иначе, атмосфера очистилась от легких углеводородных веществ, и палящие лучи Солнца достигли поверхности молодой Земли. Ультрафиолет был губительным для бактерий, и над нашей клеточкой снова нависла угроза гибели. Но на ее счастье вместе с просветлением атмосферы началось и первое похолодание. На Протоземле появились достаточно большие мелкие водоемы. В этих-то водоемах и укрылись выжившие бактерии. (Одновременно климат молодой Земли приобрел выраженную зональность с более резкими сезонными колебаниями температуры.)

Перед оставшимися в живых бактериями встала другая проблема. Появилось много «чужой» воды, которая превратилась во врага. Бесконтрольное проникновение «чужой» воды внутрь клетки грозило гибелью. И здесь наша клеточка нашла выход, воспользовавшись уже существующими механизмами контроля над потерей воды. Другими словами, контроль над выходом молекул воды она превратила в контроль над их входом. Для решения этой проблемы бактериальная клетка создала еще одну мембрану. Это хорошо видно у грамотрицательных бактерий, у которых древнюю клеточную стенку окружает мембрана, состоящая из липидных, белковых и углеводов молекул. Характерно, что необходимость в старой клеточной стенке отпала, но она, тем не менее, сохранилась. (Не ошибемся, если скажем, что клеточные мембраны хранят память о происшедших катаклизмах, а ограниченное мембраной вещество есть кусочек древнего пространства, которое клетка всеми силами стремится сохранить.) Но вернемся к нашей клеточке.

Защитив свою жизнь от ультрафиолета и воды, клеточка решила только половину проблемы. Нужно было еще найти способ добывать свой хлеб насущный. Конечно, кое-где на Протоземле сохранились области с нефтяными запасами, но жизнь в этих ограниченных областях стала жестко регламентированной, уж слишком велика была там конкуренция за углеводородные ресурсы. Так что бактериям, оказавшимся в водной среде, пришлось осваивать новые способы питания. Не обошлось и без изгоев, которых вытеснили в опасный и голодный приповерхностный слой воды. Но, как многократно происходило в природе, самые слабые превратились в победителей. Они не только нашли выход, овладев фотосинтезом, но со временем и подчинили себе всех остальных бактерий, научившись создавать бактериальные маты.

История о происхождении жизни подошла к концу. Осталось рассказать только, как возникла клетка с ядром, митохондриями и хлоропластами. Правда, из возникновения этого чуда ничего существенно нового мы не узнаем.

События повторились с невероятной точностью. Освоив мелководье, фотосинтезирующие бактериальные маты стали без удержу размножаться, захватывая все новые и новые пространства. Одновременно, по мере остывания молодой Земли, увеличивалась и масса воды на поверхности планеты. И вот однажды все кончилось – началось похолодание, перешедшее в ледниковый период. (О возникновении ледниковых периодов смотрите примечание 3.)

В клеточных популяциях наступили хаос, деградация и смерть. Главным и единственным стал принцип: «Спасайся! Кто может, и как может!» Бактерии стали возвращаться к своим старым стратегиям выживания, даже таким древним, как образование вирусов. Но массовая гибель одних клеток подстегивала оставшихся в живых искать выход. И выход опять был найден. Группа самых слабых аэробных бактерий, потерявших способность к спорообразованию и склонных к паразитизму, видимо, похожих на микоплазму, окружила себя очередной мембраной, а затем это новое образование начало захватывать вирусные частицы, заставляя их поддерживать сносные жизненные условия в локальном пространстве. Чем больше вирусных частиц удавалось

захватить бактериям, тем больше было шансов выжить. Выделив этим вирусам ограниченную область и окружив их мембраной, будущие митохондрии создали первичное клеточное ядро.

В доказательство того, что ядродержащая клетка возникла в планетарную зиму, можно привести тот факт, что эукариоты процветают в холодных водах. А также то, что все ядерные клетки научились концентрировать в цитоплазме калий, а калий разрушает межмолекулярные связи воды и этим способствует активации внутриклеточных процессов при пониженной температуре.

Что касается независимого появления митохондрий и хлоропластов в ядродержащей клетке, то такое, конечно, могло произойти. Но изображение митохондрии подсказывает и другой вариант. Хлоропласт мог возникнуть из митохондрии, у которой замкнулись и отшнуровались от внутренней мембраны кристы. (Без сомнения, в процессе своего развития эукариотическая клетка неоднократно приобретала и бактериальных симбионтов, но, как правило, в таких случаях симбионты окружались дополнительными мембранами.)

С рождением эукариот закончилась долгая биохимическая эволюция, и открылись новые возможности возникновения многоклеточных организмов с огромным разнообразием форм. Но общие законы возникновения и развития живых систем остались неизменными и продолжали действовать на протяжении всей эволюции биосферы. Действуют эти законы и на уровне всего человечества. Ноосфера – это и есть та мембрана, которую мы создали, и которая нас объединяет, но эта мембрана диктует нам и свою Волю.

Владимир Сахаревич. Сентябрь 2007 г.

Примечание 1. Вот к каким выводам пришла космология относительно поведения двойной звезды, состоящей, правда, из двух белых карликов. «В заключение этого раздела немного остановимся на возможности возникновения феномена Сверхновых I типа при аккреции в тесной двойной системе, состоящей из двух гелиевых белых карликов. Характер эволюции тесных двойных систем таков, что максимальная суммарная масса обоих гелиевых белых карликов в них не может превышать 1 Мс [Мс – масса Солнца]. Для объяснения же феномена Сверхновых I типа требуется, чтобы масса одного из компонентов составляла 0,7—1 Мс, что в рамках данной модели означает перетекание почти всего вещества одного из компонентов к другому». Э. В. Эргма, «Барстеры, новые, сверхновые — термоядерные взрывы в космосе», М., «Знание», 1986.

Примечание 2. Очень заманчиво предположить, что граница Мохоровича – это и есть та граничная поверхность, которая осталась от первичной коры Протоземли. Есть также много косвенных данных, из которых напрашивается вывод, что граница Мохоровича представляет собой сильно графитизированный слой тяжелых углеводородов, и из этой области поступает основная масса нефти. Если к этому добавить, что под действием давления и температуры графит способен приобретать ферромагнитные свойства, то такая графитовая оболочка может быть ответственна за магнитное поле Земли. Но у поверхности Мохо может быть еще одна функция. Графитовый слой способен играть роль хорошей смазки при вращении коры Земли относительно мантии и ядра, когда движения материков, возникновение ледников или горообразование нарушают распределение масс на поверхности планеты. (Поворотами земной коры и наличием магнитной сферы просто объясняется смена магнитной полярности, несовпадение оси вращения Земли и оси ее магнитного поля, а также дрейф магнитных полюсов.) Но из этой гипотезы вытекает еще один вывод. На меньших глубинах роль смазки в местах контакта литосферных плит играет, видимо, смесь воды и нефти. Поэтому, если уровень добычи нефти будет превосходить возможности Земли по ее восполнению, то это чревато увеличением числа, силы и продолжительности

землетрясений. Причем, так как Земля является единым целым, землетрясения будут происходить там, где нефти мало, а не там, где ее много.

Примечание 3. По всей видимости, глобальные оледенения Земли начинались в самый жаркий год, а прекращались в самый холодный. Механизм этих процессов был таков. Потепление вызывало таяние ледников, что приводило к росту объема воды в океанах. И вот, в какое-то самое жаркое лето давление массы воды на океаническую кору превышало критический уровень. Это вызывало резкое возрастание вулканической активности на дне океана. Температура воды повышалась, усиливалось испарение, атмосфера насыщалась водяными парами и углекислым газом. Затем наступала очень снежная зима. Снега выпадало так много, что он не успевал таять за лето. Это увеличивало отражательную способность Земли. Каждая очередная снежная зима только усиливала этот процесс. В результате образовывались и росли ледники, уровень океана падал, из атмосферы исчезали парниковые газы, начиналась массовая гибель растительного и животного мира. Но рост ледников был не безграничен. В какую-то самую холодную зиму ледники достигали такого размера, что уже не выдерживала континентальная кора: вулканические извержения начинались под ледниками. Ледники практически мгновенно таяли, и наступал очередной этап межледниковья. (Правда, первый ледниковый период начался, видимо, после самого холодного и дождливого лета.) Так что, без преувеличения, можно сказать, что вода сотворила не только жизнь, но и неповторимый облик нашей планеты.

Примечание 4. Древние защитные механизмы, выработанные первыми клетками, могут запускаться и у многоклеточных организмов, но в этом случае такие процессы рассматриваются уже как патология. Так, по всей видимости, клеточный некроз есть проявление самого древнего механизма образования вирусоподобных частиц, а клеточный апоптоз – это попытка клетки перейти к спорообразованию.

Примечание 5. В настоящее время генетики выяснили, что лишь 1,5 процента геномной ДНК кодирует белки. Были обнаружены тысячи РНК, которые никогда не транслируются в белки (некодирующие РНК). К этой категории относится не менее половины (а возможно, 3/4) всех РНК-транскриптов. (Джон Матик, «Тайна программирования сложных организмов», «В Мире Науки», 2005, №1)

Примечание 6. Вода контролирует и соединение тРНК с соответствующей аминокислотой. Если на ферменте окажется чужая аминокислота, то баланс молекул воды будет нарушен. Присоединение аминокислоты большего размера вызовет появление лишних молекул воды, которые гидролизуют возникшую связь между аминокислотой и тРНК. А в случае меньшей по размеру аминокислоты не все молекулы воды будут вытеснены из области связывания, и соединение опять распадется. (См. СОЖ, Лаврик О.И. «Механизмы специфического отбора аминокислот в биосинтезе белка», 1996)

Примечание 7. В настоящее время в биологии при объяснении внутриклеточных процессов используется энергетический подход. Это не всегда оправдано. Такой подход может определить направление реакции. Но объяснить ее механизм часто проще с точки зрения действия сил или фазовых переходов в среде. Например, двойное фосфорилирование при гликолизе можно объяснить с точки зрения электростатических эффектов. Наличие двух отрицательно заряженных фосфатных групп на молекуле фруктозы препятствует ее осаждению на отрицательно заряженную мембрану и одновременно ослабляет углеродные связи в самой молекуле за счет отталкивания зарядов, что и позволяет легко разорвать эту молекулу на две части. А процесс образования АТФ в клетке при прохождении через ионные каналы протонов, ионов кальция или натрия проще объяснить тем, что эти ионы резко уменьшают подвижность молекул воды в цитоплазме, вызывая переход цитозоля в пересыщенное состояние. В результате происходит синтез АТФ и образование новых молекул воды. Так же, но в обратной последовательности, видимо, происходит работа натриевого насоса. Исчезновение одной молекулы воды и фосфорилирование фермента при гидролизе АТФ

приводит к осаждению на ферменте ионов натрия. Это вызывает изменение состояния липидного бислоя. В результате ионы натрия выбрасываются из клетки, а вход ионов калия в клетку возвращает цитозоль и клеточную мембрану в исходное состояние. (См. СОЖ, Антонов В.Ф. «Мембранный транспорт», 1997) Очевидно, что принцип существования клетки (как, видимо, и всего сущего) основан на том, что все клеточные мембраны находятся в состоянии крайнего напряжения, и малейшее отклонение от равновесия вызывает «пробой» этих мембран. А процесс восстановления первоначального состояния мы и называем жизнью.

Примечание 8. Интересами воды просто объясняются многие процессы в живом организме. Например, известно, что старение организма сопровождается метилированием ядерной ДНК. В этом видят даже причину старения. Действительность же заключается в том, что со старением в клетках уменьшается количество реакционноактивной воды, а метилирование вытесняет из ДНК связанную воду, что увеличивает пул свободной воды и хотя бы временно улучшает функционирование клетки. Аналогично решается проблема с белками теплового шока (БТШ). Многие из этих белков, по всей видимости, являются АТФ-синтазами. Синтезируя АТФ, БТШ высвобождают молекулы воды и понижают температуру клетки, что противодействует тепловому стрессу, способствует укладке белка, а также активирует внутриклеточные процессы при попадании в клетку токсичных веществ.

Примечание 9. Вода указывает путь решения и проблемы прионных болезней. Уже то, что при прионных болезнях в клетках, содержащих аномальный белок, наблюдается усиленный синтез белков теплового шока по сравнению с нормой, свидетельствует о значительном уменьшении пула свободной клеточной воды. Этот вывод подтверждает и статья «Нобелевская премия получена – загадки остались» из Интернет-журнала «Коммерческая биотехнология». В этой статье есть ссылка на исследования, из которых следует, что такие вещества, как антибиотик тетрациклин, яд гремучей змеи или антималярийные агенты замедляют болезнь и даже удаляют прионные белки из организма. Но известно, что тетрациклин связывает кальций и этим может повышать активность клеточной воды. Яд гремучей змеи вызывает гемолиз крови, что, кроме всего прочего, делает ее очень жидкой. Что касается антималярийных препаратов, то существуют данные, что хинин может взаимодействовать с АТФ-рецепторами. Тогда, вероятней всего, и другие антималярийные препараты в небольших дозах могут стимулировать образование АТФ в клетках, повышая количество свободной воды и активируя внутриклеточные процессы. Из сказанного следует, что способы лечения прионных болезней надо искать в направлении увеличения пула реакционноактивной внутриклеточной воды. Этого можно достичь, увеличивая содержание и скорость обмена фосфатов в организме, уменьшая уровень кальция и повышая уровень калия, нормализуя кислотность жидких сред организма, а также, повышая температуру тела, если она понижена.