

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ САМООРГАНИЗАЦИЯ КАК СИСТЕМНАЯ ОСНОВА ЖИВОГО

Оше (Шарапова) А.И., Капустина Н.И.

*«Живого суть стремясь познать,
Опасно целостность его разрушить,
Тогда лишь сможешь обнаружить,
Что нечего там стало познавать»*
В. Гёте. «Фауст»

С помощью системно-интегративной методологии и новых возможностей современной электрохимии построена модель живого, основанная на самоорганизации происходящих в нём самопроизвольных энергодающих процессов. Модель способна объяснить многие известные и предсказать ряд пока ещё не установленных свойств живого, пригодна в качестве системной основы медицины, ветеринарии и растениеводства.

Проблема сущности и принципиальных отличий живого мира от неживого интересует как теоретическую биологию, например – теорию абиогенеза, так и прикладные её аспекты, например – медицину. Прежнее целостное, частично интуитивное, представление о живом оказалось «размытым» процессом дифференциации и специализации науки. В монографиях по биологии поэтому вместо определения её предмета даётся лишь описание разных уровней развития и ступеней организации живого [1,2], но не выявляется специфика определяемого. Свойства, казавшиеся ранее специфичными только лишь для живого, такие, например, как белковый состав, рецепция и др. теперь созданы и в неживых устройствах. Принцип устойчивого неравновесия, представлявшийся долгое время тоже прерогативой только живого [3], относят теперь к любым, не только живым, термодинамически открытым системам [4].

В настоящей работе сделана попытка выявить специфику живого и сконструировать его принципиальную модель, руководствуясь системно-интегративной методологией, То есть методологией, обратной вышеупомянутой, используя при этом и новые возможности электрохимии. Согласно общей теории систем, специфика любой системы содержится не в составляющих её элементах (свойствах), а в системообразующем отношении, – законе, который взаимообусловленно интегрирует все эти элементы в единое целое [5,6]. Специфику живого, поэтому, следует искать не в отдельных его свойствах, а в механизме его функционирования как особого устройства, интегрирующего эти свойства и обеспечивающего их реализацию. Для этого, прежде всего, надо знать фундаментальные, то есть необходимые и достаточные, характеристики функций, состава и строения такого «живого устройства».

С этой целью данные о свойствах живого следует выразить в терминах технических характеристик состава, строения и функции устройства, а затем с помощью системной экспертизы и принципа «бритвы Оккама» выявить в них всеобщие, существенные и невырожденные характеристики. Эту работу мы начинали с рассмотрения функций, как главной характеристики любого устройства. С ними, далее, согласовывались характеристики состава и строения, и конструировалось с применением тактики итерации искомое эмерджентное системообразующее отношение. Вначале рассматривался клеточный уровень как наиболее полно исследованный. Затем, используя как аксиому идею о принципиально однотипном устройстве всего живого, полученные выводы распространялись на все другие уровни живого.

Известные функции живого

Известные функции живого можно свести к следующим, по крайней мере, семи фундаментальным функциям:

(1) самопроизвольный обмен веществ, поставляющий живому материалы и энергию деятельности;

(2) самопроизвольные однонаправленные во времени и пространстве ритмы этих энергетических и обуславливаемых ими других процессов (таксиса, теплогенерации и др.), что создаёт гомеостаз параметров устройства;

(3) самоадаптация к изменениям среды через изменение частоты ритмов;

(4) неспецифичная рецепция разных воздействий - через пакет электрических импульсов с частотой, зависящей от силы воздействия;

(5) энергетическое преимущество живого перед любым другим устройством, что обеспечивает живому неограниченную экспансию в среде;

(6) самовоспроизведение с памятью, обеспечивающее рост, регенерацию и развитие живого и, таким образом - усиление экспансии в окружающей среде;

(7) способность к эволюции (то есть к усилению экспансии в среде обитания) через ошибки в самокопировании и естественный отбор при конкуренции за ресурсы среды. Это обеспечивает разнообразие и совершенствование форм живого.

Перечисленные функции живого в принципе могут быть описаны на основе законов электрохимии. Можно считать установленным, что биоэнергетика и её кибернетика действительно входят в компетенцию этой науки. Так, электрохимическое описание нервного импульса как основы биокибернетики, предпринятое ещё Гальвани, теперь получило своё развитие в теории возбудимых сред [7]. В этой теории используется представление об «ионных помпах», механизм энергопитания которых пока не вполне ясен [8]. Электрохимическая природа метаболизма доказана в [9], хотя на основе классической электрохимии металлов объяснить действие на метаболизм нервного импульса не удалось [10]. Хемосмотическая теория установила, что клеточный метаболизм (окислительное фосфорилирование) зависит от электрохимического потенциала протонов на клеточной мембране [11]. Не удалось объяснить лишь отсутствие требуемого этой теорией стехиометрического соответствия метаболитов и протонов [12]. Итак, можно видеть, что как биоэнергетика, так и биокибернетика действительно входят в компетенцию электрохимии. При этом явления, наблюдающиеся на стыке этих дисциплин, классическая электрохимия объяснить затрудняется.

Электрохимические полевые эффекты

Указанная трудность может быть преодолена, если использовать более широкие и разнообразные возможности, которые открывает современная электрохимия полупроводников, в частности – электрохимические полевые эффекты. Напомним ниже суть этих полевых эффектов.

Полупроводниковый электрод, в отличие от металлического, имеет в своей энергетической структуре зону запрещённых энергий, которую должны преодолевать электроны, чтобы возникли свободные электроны в зоне проводимости и дырки в валентной зоне, необходимые соответственно для катодных и анодных реакций. Концентрация этих свободных носителей тока мала и сильно зависит от энергодающих факторов, таких, как освещение, нагревание, электроактивные примеси, облучение и так далее. Поэтому от тех же факторов сильно зависит и реакционная способность электрода. Например, примеси-доноры, инжектируя в зону проводимости электроны, ускоряют тем самым катодные реакции. Одновременно они из-за донорно-акцепторной компенсации дырок замедляют анодные реакции [13]. Примеси, образующие в электроде подвижный слой, соответственным образом будут перемещать и

реакционную зону в электроде. Электрохимические полевые эффекты аналогичны и могут быть столь же разнообразными, как и электронные полевые эффекты, используемые в транзисторах.

Самоорганизация метаболизма в живой клетке Биологический электрохимический генератор, био-ЭХГ

Рассмотрим схему самоорганизации метаболизма в живой клетке, осуществляемую протонными полевыми эффектами. Самоорганизация протонных полевых эффектов метаболических реакций в живой клетке иллюстрируется схемой на рис. 1б и 2. Для сравнения на рис. 1а приведена схема работы технического электрохимического генератора (ЭХГ).

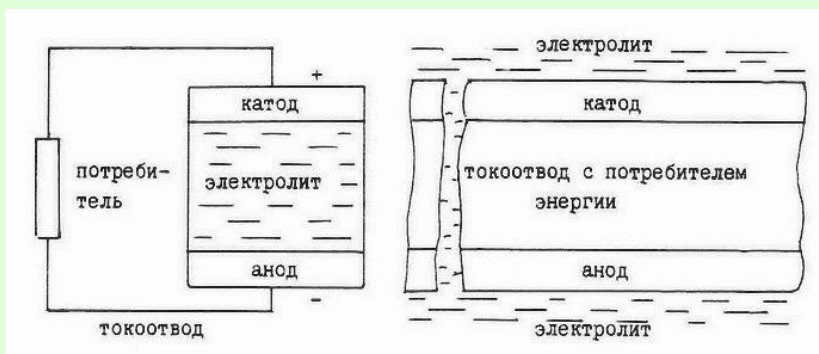


Рис. 1. Схемы технического ЭХГ (слева) и био-ЭХГ (справа).

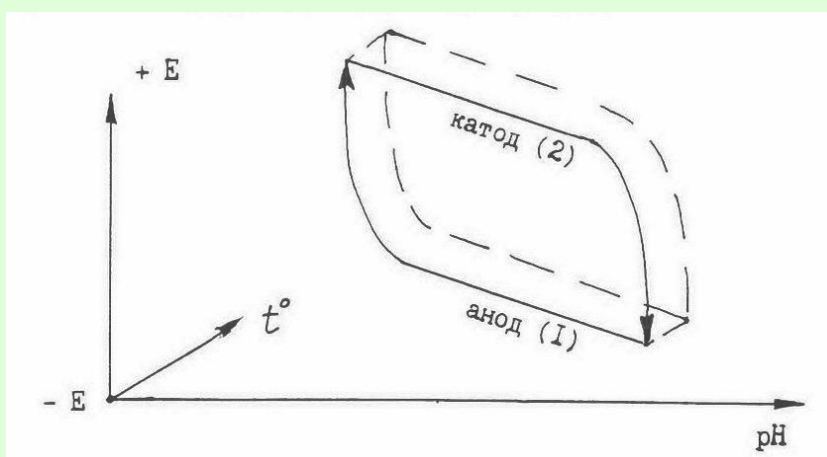


Рис. 2. Зависимость потенциала E анода (1) и катода (2) био-ЭХГ от pH биомембраны и от температуры.

Как известно, электрохимические реакции, самопроизвольно протекающие на электроде, навязывают ему свойственный им электродный потенциал. Так, окисление какого-либо топлива, ТН, например - продуктов пищеварения, по реакции



поддерживает на электроде (аноде) свойственный этой реакции более электроотрицательный потенциал. На электроде (катоде), где идёт восстановление какого-либо окислителя. Например, – кислорода O₂ по реакции:



Здесь поддерживается свойственный этой реакции более электроположительный, чем на аноде, потенциал. В результате между анодом и катодом самопроизвольно генерируется электродвижущая сила, которая может тратиться потребителем электроэнергии на совершение какой-либо работы. В отличие от ЭХГ, где электрохимические реакции протекают на разных, разделённых электролитом электродах (рис. 1а), в живой клетке они идут на общей для них мембране клетки, но на разных, разделённых изолирующей прокладкой её участках (рис. 1б). Таким образом, мембрана клетки вместе с пропитывающим её поры электролитом представляет собой как бы «вывернутый наизнанку» ЭХГ [16].

Такая конструкция генератора, названная нами «био-ЭХГ», не только самопроизвольно генерирует электроэнергию за счёт ресурсов среды, но и обладает существенными энергетическими преимуществами перед техническими ЭХГ. Эти преимущества обусловлены возможностью самоорганизации электродных реакций посредством подвижного протонного слоя пространственного заряда в мембране живой клетки (рис. 2). На рис. 2 дана зависимость потенциалов анодных и катодных участков био-ЭХГ от величины отрицательного логарифма концентрации протонов на этих участках (рН). Поскольку в реакции (1) протоны генерируются, а в реакции (2) – потребляются, потенциалы анода и катода при их протекании самопроизвольно смещаются в противоположных направлениях, навстречу друг другу. Это смещение при достаточном количестве топлива и окислителя в среде вначале будет равновесным, то есть будет происходить по прямым линиям с наклоном $E/pH = -RT/P$ (при 25⁰С равным - 0,059 В/рН). Протоны являются донорами. Поэтому, как только в результате реакции (1) на анодном участке будет достигнута критическая их концентрация, – произойдёт пассивация анода протонами и наклон линии резко увеличится. Однако едва обогащённый протонами слой, распространяясь по мембране, достигнет катодных её участков, он вызовет их активирование, ибо для катода протоны служат катализатором. Установится равновесный потенциал реакции (2), который по мере её протекания будет смещаться, вначале по прямой, а после достаточно сильного истощения протонов – с ускорением (рис. 2). Однако, как только истощённый по протонам слой, распространяясь по мембране, достигнет анодных её участков, их пассивация прекратится и вновь установится равновесный потенциал реакции (1), который будет смещаться, как показано выше. Процесс в том же порядке будет повторяться самопроизвольно и ритмично до тех пор, пока исправно действуют протонные полевые эффекты.

Итак, протонные полевые эффекты, действуя по принципу отрицательной обратной связи, регулируют, таким образом, работу анодных и катодных участков мембраны клетки и объединяют эти участки прямыми и связями в замкнутый энергетически-кибернетический контур [17,18]. Этот контур самопроизвольно, в полном согласии с законами неравновесной термодинамики устойчивых открытых систем вырабатывает электроэнергию за счёт утилизации ресурсов среды [17]. Он действует ритмично с однонаправленными во времени и в пространстве изменениями электрического и протонного потенциалов, совершаемыми в определённых пределах и ограничиваемых таким образом линиями этого контура. Внутри ограниченной этими линиями области электрических и протонных потенциалов био-ЭХГ работоспособен при любых сочетаниях данных параметров. Вне этой области он теряет работоспособность, причём у разных границ области по разным причинам: либо из-за слишком высоких значений рН при преобладании реакций окисления топлива или реакций восстановления окислителя, либо из-за слишком низких значений рН при тех же условиях. Иными словами, могут быть по крайней мере 4 типа нарушений нормальной работоспособности био-ЭХГ. Если говорить о живой клетке, то существует 4 типа её болезней и связанные с ними 4 типа гибели.

Электронно-протонная самоорганизация, основанная на протонных полевых эффектах, обеспечивает адаптацию био-ЭХГ к любым воздействиям единственным способом: изменением скорости перехода по линиям контура без существенного изменения пределов электрического и протонного потенциалов мембраны, то есть изменением частоты ритма метаболизма с сохранением гомеостаза. Такие однонаправленные ритмы, адаптация через ритмы и гомеостаз электрического и протонного потенциалов на мембране клетки должны обеспечивать аналогичные

ритмы, адаптацию и гомеостаз всех других, зависящих от метаболизма, химических и физических процессов в живой клетке. Так, колебания рН будут влиять на химические процессы либо непосредственно, либо через активность ферментов и других катализаторов, обеспечивая таким образом цикличность и однонаправленность их работы. Это и циклы Кребса, и циклы гормональных, анаболических и катаболических процессов, цикличность работы ионных помп и так далее. Аналогичные ритмы должна испытывать и теплогенерация, которая, как известно, зависит от протонной проводимости мембраны клетки [19], а, следовательно, - от величины рН мембраны. Роль теплогенерации отображена на рис. 2 с помощью дополнительной - температурной - оси. Это превращает область работоспособности био-ЭХГ (жизнеспособности клетки) из плоской в объёмную, ограничиваемую со всех сторон предельно допустимыми (то есть совместимыми с жизнью) параметрами электрического и протонного потенциалов и температуры. Аналогичные рассуждения могут быть применены и к физическим свойствам клетки, производным от электрического потенциала её мембраны: механическим, оптическим, акустическим, магнитным, электретыным и многим другим свойствам. Так, например, производное от электрического потенциала поверхностное натяжение мембраны клетки должно порождать в ней механическую волну (таксис). Эта волна, усиливая конвекцию жидкой среды, улучшает подвод реагентов и отвод продуктов реакции как внутри, так и снаружи клетки. Изменение электрических свойств и размеров пор в мембране будет влиять и на массоперенос через клеточную мембрану. Если среда вне клетки локально снижает её поверхностное натяжение, клеточная мембрана будет вытягиваться и таким образом перемещаться в направлении этой среды. Если же эта среда возникает внутри клетки, например, в результате её жизнедеятельности, достаточно сильное снижение поверхностного натяжения может привести к автоматическому делению (размножению) клетки на части.

Способность метаболического контура био-ЭХГ самоадаптироваться к изменениям среды и другим воздействиям путём изменения частоты ритмов электрического и протонного потенциалов с сохранением пределов их гомеостаза описывает свойства не только метаболических, но и любых других клеток. Скажем, таких высокоорганизованных, как нервные клетки, в которых любые внешние воздействия (сигналы) неспецифически преобразуются в пакет электрических импульсов определённой амплитуды с частотой, зависящей от силы сигнала. Эта неспецифичность обуславливается неспецифичностью полупроводниковых электродов, преобразующих любые сигналы (свет, тепло, давление и т.д.) в электрический, а, следовательно, и в электрохимический ответ. Мембрана клетки, состоящая из полупроводниковых соединений, преобразует поэтому любой сигнал в частотный электрический (электрохимический) ответ, частота которого в био-ЭХГ зависит от силы воздействия, а амплитуда практически постоянна. Полученный вывод представляется естественным, ибо, как известно, нервная клетка в онто- и филогенезе возникает и развивается из простой метаболической клетки.

Возможность формирования специализации у клеток разного назначения резко увеличивается в связи с тем обстоятельством, что в живом организме протекает не одна пара, как на схеме рис. 2, а множество электрохимических метаболических реакций. Статистический анализ стандартных потенциалов этих реакций, собранных, например, в [20], показывает, что все они группируются вокруг пяти дискретных значений с постоянным «шагом» между ними, равным $(0,30 \pm 0,04)$ вольт. При $\text{pH} = 7,5$ потенциалы этих реакций равны: $-0,40, -0,10, +0,19, +0,49, +0,78$ вольт (относительно НВЭ). Стандартные потенциалы этих реакций совпадают с потенциалами других электрохимических реакций, протекающих в водном растворе [21]. При этом крайние значения этого ряда совпадают с потенциалами разложения воды. Поэтому выход за их пределы грозит живому гибели. Статистический анализ логарифмов протолитических и других биохимических реакций показывает, что и они группируются вокруг одинаковых дискретных значений с постоянным «шагом» между ними, соответствующим изменению констант этих реакций (K), в 105 раз, что эквивалентно 0,30 вольт.

С учётом сказанного, схему на рис. 2 нужно дополнить введением множества дискретных контуров с квантованными значениями электрохимических потенциалов и рН или, в общем случае, - рК. Отсюда следует, что при воздействиях, превышающих адаптационную ёмкость контура, био-ЭХГ изменяется не плавно, а скачком к другому, более устойчивому в новых

условиях контуру био-ЭХГ. Заметим, что в общем случае может быть задействована лишь часть контуров. Кроме того, возможно, некоторые контуры объединяются друг с другом в более сложные, последовательные, параллельные и смешанные цепи, где некоторые контуры могут находиться как бы «в запасе», выполняя, таким образом, буферную роль по отношению к основным контурам.

С энергетической точки зрения, все вторичные процессы, зависящие от энергопитания их метаболическими реакциями, играют в клетке роль буфера и (или) аккумулятора генерируемой клеткой электроэнергии. В таких процессах энергия автоматически запасается при её избытке и возвращается в общую энергетическую сеть при её недостатке. Тем самым улучшается надёжность, устойчивость и мгновенная мощность работы клетки. Влияние буферных процессов на работу био-ЭХГ можно отразить на схеме рис. 2 с помощью дополнительных осей, также как это сделано для температуры. Это превращает область работоспособности (жизнеспособности) клетки в многомерную, объёмную. Внутри этой области био-ЭХГ работоспособен при любом сочетании его параметров, а вне её – теряет работоспособность, причём у разных граней - по разной причине.

Самой важной, на наш взгляд, особенностью био-ЭХГ являются его существенные энергетические преимущества перед другими устройствами, в том числе – и самыми эффективными, такими, как ЭХГ. Как известно, для непрерывной работы любые ЭХГ нуждаются в принудительном подводе реагентов, отводе продуктов реакций, в поддержании гомеостаза и обеспечении адаптации к внешним воздействиям. Для этого необходимы вспомогательные устройства и приспособления, работа которых требует дополнительных энергозатрат. Био-ЭХГ в них не нуждается, так как в нём все эти функции осуществляются самопроизвольно и автоматически. Например, двойная (во времени и в пространстве) ритмичность позволяет массопереносу осуществляться путём диффузии, не требующей энергозатрат, и конвекции, возникающей самопроизвольно. Гомеостаз и адаптация через ритмы осуществляются тоже автоматически, без дополнительных затрат энергии. Это увеличивает КПД и надёжность работы био-ЭХГ по сравнению с любыми другими устройствами.

Итак, можно заключить, что благодаря электронно-протонной самоорганизации, основанной на протонных полевых эффектах, био-ЭХГ обладает энергетическими преимуществами перед любыми другими (неживыми) устройствами. Он обеспечивает практически все перечисленные в начале статьи фундаментальные функции живого, причём не только на клеточном, но и на всех других уровнях его организации, как мы надеемся доказать ниже. Но вначале выясним возможность формирования из отдельных клеток многоклеточных образований (тканей, органов и организмов).

Механизм образования и функционирования многоклеточных объектов

Механизм образования и функционирования многоклеточных объектов продолжает интересовать исследователей. Механизмы, основанные на действии гормонов и (или) интермедиантов представляются нам лишь вспомогательными, так как они не объясняют ни прочности связей клеток друг с другом, ни фрактального роста и развития многоклеточных организмов, ни фундаментальных их функций. Вспомогательным является вообще любой механизм, основанный на нефундаментальных, например – на производных от энергодающих, процессах. Фундаментальным нам представляется лишь механизм, основанный непосредственно на энергодающих метаболических процессах, например, на взаимодействии друг с другом энергетических контуров био-ЭХГ объединяемых клеток. Можно показать, что в зависимости от типа контакта контуров био-ЭХГ отдельных клеток и от их электрохимических и электрических параметров будет реализовываться либо простое согласование ритмов работы клеток, либо разнообразные эффекты нелинейного характера: управление, каскадное усиление, лавинный разгон и т.д. Для осуществления нелинейных эффектов необходимо, чтобы клетки контактировали друг с другом через их протонные слои пространственного заряда.

При этом в зависимости от соотношения электрических и электрохимических емкостей контактирующих клеток могут возникать либо подпитка одного контура био-ЭХГ энергией от другого контура, либо, наоборот, – управление неэнергоёмким сигналом от одного контура работой другого (силового) контура. Примером первого типа может служить энергопитание нервных клеток метаболическими. Примером второго типа является управление неэнергоёмким сигналом нервной клетки работой метаболических или мышечных клеток. Такое объяснение снимает упомянутые выше затруднения, испытываемые теорией метаболизма, и затруднения, относящиеся к энергопитанию «ионных помп».

Особо важно то, что механизм взаимодействия клеток через их контуры био-ЭХГ позволяет объяснить фрактальное развитие многоклеточных организмов из отдельных клеток, а также и фундаментальные функции живого организма. Действительно, клетки, полученные при делении и вначале полностью идентичные, должны приобретать специализацию в зависимости от их взаиморасположения среди других клеток, когда из множества контактирующих через протонные слои клеток формируется единый контур, работающий по тому же принципу био-ЭХГ, что и контур в каждой клетке. Можно представить, как в организменном контуре био-ЭХГ клетки и группы клеток (органы) приобретают специализацию своих функций в зависимости от пространственного их взаиморасположения. В таком контуре роль, которую выполняли в клетке группы молекул (активные участки мембраны с преобладанием анодных или катодных и кислых или щелочных протолитических функций), будут выполнять уже целые органы с преобладанием тех же самых функций. Очевидно, что контур био-ЭХГ организменного уровня должен обладать всеми атрибутами, имеющимися у био-ЭХГ клетки. То есть органы должны работать самопроизвольно с однонаправленными во времени и пространстве ритмами, самоадаптироваться через ритмы к внешним воздействиям при сохранении электрического и протолитического гомеостаза. Различие возникновения разнообразных схем из различных дискретных контуров может объяснить возникновение широкого, практически бесконечного разнообразия органов и построенных из них организмов в живом мире.

Субклеточный уровень организации живого (ДНК, РНК, вирусы)

Субклеточный уровень организации живого (ДНК, РНК, вирусы) обычно рассматривается лишь как хранитель информации о свойствах того или иного организма, то есть только как инструкция о том, как его строить. На этом основании ему отказывали в статусе живого [22]. Однако тогда без привлечения гипотезы энтелехии и противоречий с законами термодинамики нельзя объяснить, как эта генная информация в подходящих условиях самопроизвольно воплощается в соответствующий фенотип. С другой стороны, поскольку био-ЭХГ клеток развивается из субклеточного уровня, можно думать, что принципы био-ЭХГ должны содержаться и на субклеточном уровне живого и затем воспроизводиться на клеточном уровне. Такая возможность на субклеточном уровне действительно имеется. Как известно, молекулы ДНК (РНК, вирусы) представляют собой двойную замкнутую спираль, составленную из групп атомов (гены) с различными окислительно-восстановительными и протолитическими свойствами. Гены связаны друг с другом не только стационарными химическими (электронными) связями, но и способными мигрировать по молекуле водородными (протонными) связями. Это создаёт принципиальную возможность для самоорганизации контура био-ЭХГ и на субклеточном уровне через посредство протонных полевых эффектов.

Очевидно, контур био-ЭХГ на субклеточном уровне тоже должен обеспечивать все фундаментальные функции живого: самопроизвольный метаболизм, его однонаправленные ритмы, адаптацию к внешним воздействиям, гомеостаз и т.д. Тем самым открывается возможность перевода субклеточного уровня из ранга «инструкции» в ранг «живого устройства», способного осуществлять эту инструкцию и реализовывать в подходящих условиях закодированный в ней фенотип.

Био-ЭХГ как системная основа живого

Итак, не только клеточный, но и субклеточный, и организменный уровни организации живого в принципе могут быть описаны с помощью единой модели - модели био-ЭХГ, в котором самопроизвольно протекают энергодающие электрохимические процессы, самоорганизованные протонными полевыми эффектами в замкнутый энергетически-кибернетический контур, способный обеспечить все перечисленные в начале статьи фундаментальные функции живого. Попробуем теперь уточнить, каковы должны быть фундаментальные характеристики состава (материалов) и конструкции живого устройства, способные обеспечить реализацию фундаментальных характеристик этих функций.

Состав веществ (материалы и среды), из которых состоит «живое устройство», прежде всего должен быть полупроводниковым. Кроме того, в нём должны сочетаться определённые окислительно-восстановительные и кислотно-основные (протолитические) свойства и связанные с ними электронная и протонная проводимости. При этом химические свойства данных веществ не должны выходить за пределы устойчивости воды, - главного компонента всего живого. Последнее обеспечивает этим веществам способность образовывать в водной среде разнообразные высокомолекулярные полимеры, поликонденсаты [22], а также создавать различные жидко кристаллические, слоистые, ячеистые и другие сложные структуры [23], необходимые для конструирования и функционирования био-ЭХГ. Заметим, что вместо протонных полевых эффектов – в живом, в принципе, могут действовать электрохимические полевые эффекты с участием других ионов, например – ионов калия и натрия, кальция и магния. Это не вносит принципиальных изменений в модель био-ЭХГ и обуславливает лишь количественные её различия. Вероятно, в живом, в зависимости от состава окружающей среды, могут превалировать разные полевые эффекты или параллельно осуществляться различные энергодающие процессы.

Конструкция (строение) живого на клеточном уровне состоит из двойной замкнутой фосфолипидной оболочки, выполняющей функции управления и генератора энергии, и ограничиваемого его пространства внутри клетки, выполняющего функции реакционной среды и хранителя-накопителя участников реакций. Фосфолипидная оболочка гидрофильна снаружи, - для протекания на ней в водной среде метаболических реакций, и гидрофобна внутри, - для создания электрической изоляции и возможности переноса протонов. На субклеточном уровне аналогичную структуру создаёт замкнутая двойная спираль ДНК (РНК). Она находится внутри своей реакционной среды, выполненной в виде белкового чехла и играющего роль, аналогичную содержимому клетки. Инверсия взаиморасположения управляющей структуры и её реакционной среды, при переходе от субклеточного уровня к клеточному, представляется целесообразной вследствие возрастания роли энергетической функции у клеточной мембраны по сравнению с функцией хранения информации, более важной для субклеточного уровня. На организменном уровне роль управляющей метаболизмом оболочки выполняет состоящая из двух слоёв кожа и построенные из неё полые органы (пищеварительный, дыхательный и выделительный тракты).

С позиций системного подхода, живое, таким образом, представляет собой полную фрактально развивающуюся многоуровневую иерархическую систему. Полной она названа потому, что в ней имеется полное соответствие на всех уровнях как первичных элементов (фундаментальных характеристик функций, состава и строения), так и системообразующего отношения, отражённого в устройстве био-ЭХГ. Специфика живого включает также как главный свой признак существенные энергетические преимущества био-ЭХГ перед любыми другими устройствами. Соответствие принципов действия разных уровней организации живого друг другу хорошо согласуется с законом Геккеля (повторение в онтогенезе филогенеза) и с результатами, полученными методом тканевых культур [24]. Последний метод показывает, что в каждой клетке содержится информация обо всём организме, хотя часть её может быть заблокирована и не используется до возникновения подходящих условий.

Апробация модели био-ЭХГ фактическим материалом

Поскольку модель био-ЭХГ выведена посредством интегрирования большого объёма фактической биологической информации, она, естественно, должна с ней согласовываться. Поэтому здесь имеет смысл рассмотреть только те факты, которые до сих пор не находили своего объяснения.

Как уже отмечалось, модель био-ЭХГ объясняет факты, которые затруднялись объяснить теории метаболизма и теории нервных импульсов. Кроме того, она показывает, что в основе биоритмов, химических циклов, таксиса, электрических, магнитных, оптических, термических и многих других свойств живого лежат закономерности энергодающих электрохимических метаболических процессов. Новое объяснение получает факт действия на живое электромагнитных полей Земли, его зависимость от фазы биоритма. Естественное объяснение получают также многие факты, известные медицине и ветеринарии. Например, ритмы и их однонаправленность у различных физиологических состояний организма и отдельных его органов, факт подщелачивания крови при усилении лёгочного дыхания и её подкисление - при усилении пищеварения [25], неспецифичность и эффективность действия разных приёмов рефлексотерапии и т.д.

Модель био-ЭХГ предсказывает, что на клеточном и на субклеточном уровнях тоже должны существовать и биоритмы, и гомеостаз, и адаптация, и многие другие фундаментальные функции живого. Из модели следует, что не только типы болезней (и смерти), но и типы лечебных воздействий, и типы лекарственных средств можно разбить, в соответствии со схемой на рис. 2 по крайней мере на 4 крупных группы в зависимости от того, с какой из 4-х главных граней контура био-ЭХГ они связаны. Из модели вытекает также диагностическое значение биоритмов как показателя уровня адаптируемости живого к тем или иным условиям жизни, например - к условиям Севера, пустыни, невесомости и т.д. Действие наркотиков и ядов в ничтожных концентрациях объясняется чувствительностью к ним полупроводниковых мембран, вернее - их протонной проводимости, от которой зависят протонные полевые эффекты.

Новые представления и новые проблемы, которые вытекают из модели био-ЭХГ

Модель био-ЭХГ может использоваться как системная основа медицины и, в частности, рефлексотерапии.

Далее, проблема абиогенеза с учётом вывода о статусе живого у субклеточного уровня должна решаться именно для этого как наиболее фундаментального уровня, а не для клеточного уровня живого. Субклеточный уровень следует рассматривать как естественный результат самопроизвольной эволюции элементарных открытых каталитических химических систем [26]. Такая эволюция завершается образованием структурно-энергетического континуума с сопряжёнными ионно-водородными связями [23]. Но для возникновения живого из данного континуума необходим качественный скачок, а именно, - образование электронно-протонного самоорганизованного контура био-ЭХГ. Только тогда химическая эволюция скачком перейдёт в биологическую эволюцию со своими особыми законами. Это требует преодоления не какой-то единственной грани между живым и неживым, а одновременного создания сразу всех граней работоспособности био-ЭХГ. Только в этом случае возникнут фундаментальные функции живого; и химическая эволюция перейдёт в биологическую со своими особыми законами.

Из модели био-ЭХГ вытекает вывод об определяющей роли оболочек клетки и оболочки организмов у живых объектов. Этот вывод может рассматриваться как естественное продолжение и развитие хемиосмотической теории [11], впервые обратившей внимание на управляющую метаболизмом роль клеточной мембраны.

Чтобы понять, каким образом происходит развитие клеток и организмов как фрактальной системы, следует учесть факты, представляющиеся невыгодными с точки зрения целесообразности. Это и результаты, полученные методом тканевых культур [24], указывающие на то, что в каждой клетке имеется полный набор всех приобретаемых в процессе развития вида свойств, даже тех, которые организму никогда не потребуются. Об этом свидетельствует и повторение взаимосвязей, свойственных организму в целом при создании у него органов чувств, и наличие рудиментарных органов на организменном уровне. О том же говорят и так называемые «молчащие» гены на субклеточном уровне.

Все эти факты указывают на «инерционность» и «расточительность» живой природы при самовоспроизводстве, что снижает энергетическую эффективность живого. Можно предполагать поэтому, что такая нецелесообразная расточительность, значительно превышающая необходимый уровень надёжности, является следствием того, что развитие и рост живого совершается автоматически простым самоповторением. Не исключено, что со временем, исчерпав запас энергетических преимуществ живого, эта расточительность станет принципиальным ограничением его эволюции на Земле. Некоторое замедление такой энергетической деградации живого создаёт образование симбиозов и надорганизменных структур из разнородных живых объектов. Однако полностью – проблема, таким образом, всё же не снимается.

Из проведённого исследования вытекает также вывод о необходимости при управлении живыми объектами учитывать и опираться на закономерности перехода одного физиологического их состояния в другое, которое совершается самопроизвольно и всегда только в определённом, но никогда - в обратном направлении.

Итак, данную работу, приведшую к конструированию системной основы живого, следует завершить нижеследующим его определением.

• Живое – это особое устройство (энергетически-кибернетическое и структурно-материальное единство), функционирующее по типу био-ЭХГ, то есть с электронно-протонной самоорганизацией энергодающих метаболических электрохимических реакций, обуславливающей существенные энергетические преимущества живого перед любыми другими (неживыми) устройствами.

Литература

1. Кэмп П., Армс К. Введение в биологию. - М., «Мир», 1988, с. 19 - 22.
2. Грин Н., Стаут У., Тейлор Д. Биология. - М., «Мир», 1990, с. 11.
3. Бауэр Э. С. Теоретическая биология. - М. -Л., ВИЭМ, 1937.
4. Николис Г., Пригожин И. Самоорганизация в неравновесных структурах. - М., «Мир», 1979.
5. Урманцев Ю.А. Общая теория систем. // Система, симметрия, гармония. - М., «Мысль», 1988, с. 38-123.
6. Шарапов И.П. Метатегология. - М.: «Наука», 1989, с. 181-197.
7. Маркин В.С., Пастушенко В.Ф., Чизмаджев Ю.А. Теория возбудимых сред. - М., «Наука», 1981.
8. Мартиросов С.М. Биоканалы - роботы клетки? - М., «Радио и связь», 1981.
9. Дечев Г. Исследование сети обменных процессов как целостной системы с помощью биоэлектрических потенциалов. Автореф. дисс. докт. биол. наук. - М., ИБМ АН СССР, 1986.
10. Дечев Г., Матвеев Н. Окислительно-восстановительный дебит в биологических объектах / «Биофизика», 1969, ? 14, с. 963-968.
11. Mitchel P. Loupling of phosphorilation to electron and hydrogen transport / «Nature», 1961, v. 191, p 1-44.
12. Kell D.B. On the functional proton current pathway of electron transport phosphorilation / «Biochem. a. Biophys.». Acta, 1978, v. 505, p. 1-44.

13. Oshe E.K. Nonstochiometry of surface oxides // IVth Japan - USSR corrosion seminar Extended Abstr. Tokio, 1985, v. 18, p. 55-66.
14. Оше А.И. Разупорядоченность и обратимость хлорсеребряных электродов. // Научно-техническая конференция по электрохимии, коррозии и защите металлов в не водных растворителях.-Тамбов, НТО и др., 1984, с. 85.
15. Оше А. И. ХИТ, управляемые электрохимическими полевыми эффектами. // Перспективы научно-технического развития МГО. - М., «КВАНТЭМП», 1990, с. 11.
16. Зайденман И. А., Оше А. И., Урусов К.Х. Биомембранный генератор. / «Биофизика», 1991, ? 3.
17. Оше А. И. Полупроводниковая модель саморегуляции метаболизма. // Труды XI Всесоюзной конференции по необратимой термодинамике и её применениям. - Черновцы, АН СССР, 1985, т.11, с. 82.
18. Оше А. И., Урусов К. Х. Электрохимическая модель метаболизма. // Электромагнитные поля в биосфере. - М., «Наука», 1984, т.11, с. 133-144.
19. Скулачѳв В.П. Энергетика биологических мембран. - М., «Наука», 1989.
20. Биохимическая термодинамика. Под ред. Джоунс М. - М., «Мир», 1982.
21. Оше А. И, Бороздина Н. Н. Дискретность значений стандартных потенциалов. // Труды VI Всесоюзной конференции по электрохимии. - М., АН СССР, 1982, Т. 2, с. 73.
22. Полинг Л., Полинг П. Общая химия. - М., «Мир», 1982, с.с. 351, 382, 404.
23. Карасѳв В. А., Стефанов В. В., Курганов Б. И. Надмолекулярные структуры: организация, функционирование, происхождение. - М., ВИНТИ, Итоги науки и техники. Т. 31. Серия биологической химии, 1989.
24. Бутенко Р. И. Перспективы, открываемые клеткой. / «Наука и жизнь», 1986, ? 3, с. 31-32.
25. Малышев В. Д. Интенсивная терапия острых водно-солевых нарушений. - М., «Медицина», 1986, гл. 6.
26. Руденко А. П. Химическая эволюция и социология и биогенез. // Философия и социология науки и техники. М., «Наука», 1987, с. 70-87.

Оше (Шарапова) Агата Ивановна, – кандидат химических наук, научный сотрудник ВНИИ Источников Тока, лауреат Премии Русского Физического Общества (2004г.).

Капустина Наталья Ивановна, – кандидат биологических наук, научный сотрудник ВНИИИТ.

Опубликовано:

- журнал «Гипотеза», 1992, № 2, с. 34-48,
- журнал ЖРФМ, 2004, № 1-12, с. 2-17.