

## БИОДИНАМИКА, МЕХАНИЗМ И УСЛОВИЯ ПРОИЗВОДСТВА КООПЕРАТИВНЫХ ПОТОКОВ ЭНЕРГИИ В БИОЛОГИЧЕСКИХ СТРУКТУРАХ

Рассмотрены механизмы и условия возникновения кооперативных потоков энергии, обеспечивающих функциональные возможности биоструктур. Показано, что возникновение, существование и развитие жизни возможно только за диссипативным порогом, когда мощность производства кооперативных потоков превосходит их диссипацию. Биодинамика и динамика диссипативных структур Пригожина – едины.

При определенных условиях в неравновесной многочастичной среде (среде, состоящей из несчетного числа частиц) формируются пространственные и временные структуры. Пригожин назвал их диссипативными структурами. К ним относятся и биологические структуры всех видов. Биологические диссипативные структуры являются исключительно сложными объектами, и своей основой все они имеют клетку. Однако «даже в случае простейшей клетки в процесс метаболизма вовлечены несколько тысяч сопряженных химических реакций, что, безусловно, требует тонких механизмов координации и регуляции. Иными словами, здесь требуется чрезвычайно сложная функциональная организация. Если рассмотреть, как клетка выполняет сложную последовательность операций, то можно заметить, что клетка работает по тем же принципам, что и современный сборочный конвейер. Биологическая упорядоченность является одновременно структурной и функциональной...» (Л– 4).

Попытаемся выяснить природу движущих сил и механизм функционирования биообъектов (клетки, например) с точки зрения синергетики, науки о формировании кооперативных потоков в неравновесных системах. Причем движение «сборочного конвейера» клетки обеспечивается именно потоками энергии, которые доставляют вещество к месту химических реакций и отводят продукты реакции. Избыточная кооперативная энергия расходуется организмом на производство внешней работы для самосохранения и осуществления внешней работы других целенаправлений.

### ДИССИПАТИВНЫЙ ПОРОГ МНОГОЧАСТИЧНОЙ СИСТЕМЫ

В неравновесной системе, в том числе и биологической, всегда действует сила, направленная против градиента потенциальной энергии неравновесности. В соответствии с основным законом динамики эта сила вызывает ускоренное движение массы ( $F = ma$ ). Так как разность потенциалов действует на всю многочастичную систему, то и сила действует на систему в це-

лом, вызывая коллективное совместное движение частиц многомoleкулярной системы. Возникают потоки массы и энергии, **потоки энергии Умова**. Осуществляется переход потенциальной энергии, запасенной в неравновесной системе, в кинетическую энергию общего переноса, имеющую результирующий импульс по направлению действующей силы.

Это и есть механизм самоорганизации диссипативных структур, основополагающего понятия сильно неравновесной термодинамики (синергетики), механизм возникновения совместного, кооперативного движения частиц в многочастичной системе. Однако для возникновения кооперативных потоков энергии в многочастичной системе недостаточно только ее неравновесности и действия основного закона динамики. Автору статьи удалось вскрыть эффект вырождения результирующего импульса в многочастичной среде как носителя связанной с ним кинетической энергии (см. [Л-3]). Показано, что причиной этого эффекта явилось нецентральное соударение частиц системы, сопровождающееся лавинообразным вовлечением соседних частиц в этот процесс. Это и приводит к рассеянию кооперативной энергии и переводу ее в хаотическую, тепловую форму движения, при которой многочастичная система теряет способность совершать макроскопическую работу против сил. В неравновесной многочастичной системе всегда совместно протекают два процесса: процесс формирования кооперативных потоков энергии по причине ее неравновесности и процесс рассеяния кооперативной энергии и перевод ее в хаотическую форму как следствие эффекта вырождения результирующего импульса. И все определяется **мощностями** этих двух прямо противоположных процессов, зависящих от состояния и свойств системы. Если мощность возникновения кооперативных потоков больше мощности процесса диссипации кооперативной энергии, то в системе наблюдаются кооперативные потоки, возникают потоки энергии Умова. В противном случае устанавливается равновесное состояние.

При условии, что  $\frac{dE_{\text{кооп.}}}{dt} > \frac{dE_{\text{диссип.}}^{\text{макс.}}}{dt}$  (1), в неравновесной системе возникают потоки направленной кинетической энергии, связанной с результирующим импульсом, и у системы появляется возможность совершать в том числе и макроскопическую работу. В (1)  $E_{\text{кооп}}$  – энергия направленного кооперативного движения, переносимая результирующим импульсом и получаемая из потенциальной энергии неравновесности в единицу времени.

$E_{\text{диссип.}}^{\text{макс.}}$  – максимальная энергия направленного кооперативного движения, переносимая результирующим импульсом, которую данная многочастичная система способна в единицу времени переводить в хаотическую форму под действием рассеяния. Назовем ее **диссипативным порогом**.

Именно выражение (1), определяющее соотношение между мощностью процесса самоорганизации и мощностью процесса диссипации, определяет направление событий, направление эволюции в неравновесной диссипативной среде, является условием формирования открытой диссипативной структуры. При равенстве подводимого в структуру извне потока энергии для поддержания неравновесности и отводимой во внешнюю среду диссипированной энергии и энтропии, полученной в результате диссипации кооперативного движения при функционировании структуры плюс внешняя работа, структура может существовать сколь угодно долго.

$$\frac{dE_{\text{кооп.}}}{dt} = \frac{dL}{dt} + \frac{dE_{\text{диссип.}}}{dt};$$

$$\frac{dE_{\text{диссип.}}}{dt} = \frac{dE_{\text{в-окруж-среде}}^{\text{диссип.}}}{dt}, \quad (2)$$

где  $L$  – работа структуры против внешних сил.

Назовем (2) соотношением относительности стабильности. Причем в согласии с законами синергетики под стабильностью диссипативной структуры понимается адекватная сбалансированность формирующих ее процессов как результат адаптации.

### ПРОИЗВОДСТВО КООПЕРАТИВНЫХ ПОТОКОВ ЭНЕРГИИ В КЛЕТКЕ

*(биологический двигатель внутреннего сгорания)*

Клетка является структурной и функциональной единицей, а также единицей размножения и развития всех живых организмов. Поэтому вначале рассмотрим с точки зрения динамики эволюции строение и функционирование клетки и возникновение движущих сил внутри клетки.

Во-первых, отметим, что для жизнедеятельности живого организма, будь то простейшее, растение или животное, требуется кооперативная кинетическая энергия, необходимая для производства работы против сил. Так, растение во время роста поднимает по стеблю или стволу соки и совершает работу против сил гравитации. Животное для передвижения, для добычи пищи также производит работу против внешних сил. Далее для внутреннего функционирования самого организма требуется постоянное пополнение кооперативной энергии, т. к. в результате действия эффекта вырождения импульса происходит диссипация кооперативной энергии внутри организма (движение соков в растении, крови и лимфы у животных, потоки внутри клетки сопровождаются не центральным соударением участвующих в потоке частиц). Таким образом биологическому организму, как и любой диссипативной структуре, требуется постоянное пополнение кооперативной кинетической энергии, которая должна или в готовом виде поступать извне или продуцироваться самим организмом. В настоящее время в качестве кооперативных потоков в клетке рассматривают диффузию, явление осмоса и передвижение по микротубулам по закону Лапласа. Однако для протекания этих процессов необходимо постоянно восстанавливать неравновесность в системе: разность концентраций вещества для диффузии, разность концентрации солевого раствора по сторонам мембраны для перемещения воды по законам осмоса, разность между силой Лапласа и весом столба жидкости в капилляре. В противном случае наступит равновесие.

Восстановление потенциальной энергии неравновесности возможно только при затратах кооперативной кинетической энергии. Для растительной клетки и растения в целом кооперативная кинетическая энергия поступает извне в форме фотонного потока от Солнца. Именно энергия фотонного потока, испаряя воду из листьев и тем самым создавая градиент солевой концентрации, обеспечивает осмос, а также работу по фотосинтезу высокомолекулярных энергоемких соединений.

Животные клетки и животный организм в целом производят необходимую кооперативную энергию для своей жизнедеятельности сами из потенциальной энергии химических связей пищи. В связи с этим возникает вопрос о механизме производства кооперативной кинетической энергии из потенциальной энергии хими-

ческих связей пищи, поступающей в животный организм извне. Этот механизм должен быть в каждой клетке организма. Потому что, во-первых, существуют одноклеточные организмы, не использующие внешних потоков энергии, и, во-вторых, клетка является основной структурной единицей организма и весь организм вырастает из одной клетки, которая сама должна производить кооперативную энергию для своего функционирования, роста и размножения. Так как биологические структуры на 70-80% состоят из воды, то и основным видом потока энергии и вещества в биоструктуре будут водные потоки.

Для получения гидродинамического потока необходимо, во-первых, иметь перепад давления для получения силы, вызывающей движение жидкости, во-вторых, создать условия, снижающие действие эффекта вырождения результирующего импульса, т. е. попросту заключить возникающий под действием перепада давлений поток в канал, чтобы исключить лавинообразное вовлечение массы в поток. Все это должно выполняться в каждой животной клетке, в каждой клетке процесс преобразования потенциальной энергии химических связей в кооперативную кинетическую энергию гидродинамического потока должен протекать в условиях **за диссипативным порогом**, согласно (1). Это принципиальное условие для возникновения кооперативных потоков энергии, обеспечивающих исполнение функциональных возможностей организма. Таким образом, это и принципиальное условие жизни. Неравновесность в форме перепада отдельных видов давлений, вызывающая потоки водных растворов в клетке, возникает в результате циклически сменяющих друг друга экзотермических реакций расщепления и окисления субстратов и эндотермических реакций синтеза высокомолекулярных соединений. В качестве циркуляционной системы (канала) в клетке выступает эндоплазматическая сеть, соединяющая в единый конвейерный комплекс все органоиды клетки.

Условный цикл производства кооперативной энергии в животной клетке представляется следующим. По причине того, что и межклеточная жидкость, окружающая клетку, и цитоплазма, окружающая эндоплазматическую систему, состоят на 70% из воды, т. е. несжимаемой жидкости, это дает нам основание условно принять процесс в месте протекания реакций окисления и синтеза изохорическим. В местах изохорического разогрева происходит местное повышение давления, возникает перепад давления между

зонами протекания реакций и межклеточной жидкостью. Органоидами эндоплазматической системы клетки, в которых протекают циклические процессы окисления, являются митохондрии, где синтезируется энергоноситель организма АТФ. Однако на синтез АТФ используется только 40% энергии окисления, получаемой по закону Гесса, остальные 60% выделяются в объеме митохондрии, вызывая местный подъем температуры и давления. В митохондриях в этот момент возникает поток. Внутренняя мембрана митохондрий имеет очень разветвленную поверхность, благодаря складчатой форме кристов. Возможно, при повышении давления в области матрикса происходит ее расширение и митохондрия работает как сильфонный насос, выдавливая раствор из межмембранного пространства в эндоплазматическую сеть. Строение внутренней мембраны митохондрии – классический пример рациональности природы. С одной стороны, это большая, развитая поверхность для течения реакций окисления, с другой – возможность получения гидродинамического потока на физических принципах сильфона. Окислительные реакции, протекающие в митохондриях, или реакции цикла Кребса, в которых высвобождается и запасается большая часть энергии, по праву получили название – энергетический котел, так как основываются на тех же законах физической химии, что и технические устройства. В митохондриях локализованы и ферменты, катализирующие окислительные реакции. При расширении области матрикса начинается кооперативное движение от зон повышенного давления по каналам эндоплазматической сети через внешнюю мембрану к межклеточной жидкости.

При этом возникшим кооперативным гидродинамическим потоком, с одной стороны, выносятся в межклеточную жидкость продукты распада от реакций окисления и продукты синтеза в клетке, которые используются всем организмом, с другой стороны – происходят перемещения по эндоплазматической системе, обеспечивающие функционирование самой клетки. Скажем, перенос информационной РНК, сформировавшейся в ядрышке на матричном гене ДНК, к тому месту эндоплазматической сети, где на матричной базе информационной РНК происходит синтез соответствующего белка. Процесс расширения и кооперативного движения протекает до тех пор, пока давление в зонах повышения давления не сравняется с давлением в межклеточной жидкости. Поток из клет-

ки вовне прекращается. Однако в течение процесса расширения в соответствующие зоны эндоплазматической системы доставлены исходные материалы для протекания реакций синтеза высокомолекулярных соединений, необходимых организму для функционирования и регенерации. Реакции синтеза – это эндотермические реакции, и они протекают с затратой энергии. То есть в полостях эндоплазматической сети, где протекают реакции синтеза, снижается температура и соответственно давление, в результате чего вновь появляется перепад давлений между межклеточной жидкостью и средой эндоплазматической сети, но направленный вовнутрь клетки. Вновь возникает кооперативный гидродинамический поток по эндоплазматической сети от межклеточной жидкости через внешнюю мембрану вовнутрь клетки. При этом в клетку из межклеточной жидкости доставляется новая порция субстратов и других необходимых элементов для протекания следующего функционального цикла клетки и в частности перезарядка митохондрий. Поток вовнутрь продолжается до выравнивания давления и температуры внутри клетки, и в межклеточной жидкости. Функциональный цикл животной клетки замкнулся.

Цикличность экзотермических реакций окисления и эндотермических реакций синтеза, а также их длительность по времени обеспечивается саморегуляцией. Саморегуляция хорошо изучена в биохимии. Все биохимические реакции в клетках протекают при участии биологических катализаторов, ферментов. Скорость ферментативных реакций зависит от концентрации субстратов, концентрации ферментов, но особенно сильно от активности фермента, которая ограничена температурными рамками и рамками pH. Как только при течении окислительной реакции температура поднимется до предельной величины, активность фермента падает до нуля и реакция прекращается. То же самое происходит и с течением эндотермической реакции синтеза, когда снижение температуры ниже определенного уровня снижает активность фермента и реакция также прекращается. Транспорт веществ внутри клетки и во всем организме обеспечивается кооперативными потоками энергии, продуцируемыми в клетках, т. к. только такие потоки способны совершать работу против сил диссипации, создавать условия для осмоса и диффузии, совершать внешнюю работу. В животной клетке действует своеобразный двигатель внутреннего сгорания, преобразующий энергию химических связей в механи-

ческую энергию гидродинамических потоков биологического раствора. Особенностью биологического двигателя является то, что производство механической работы в биоцикле сопряжено с синтезом высокомолекулярных соединений из низкомолекулярных субстратов. Так, процессы окисления, идущие с подводом тепла, сопровождаются промежуточным синтезом АТФ, а процессы синтеза, идущие с отводом тепла, сопровождается синтезом белков и других высокомолекулярных соединений.

Вся кооперативная энергия в организме вырабатывается на клеточном уровне и расходуется на жизнеобеспечение самой клетки и на внешнюю по отношению к клетке работу (деятельность). Причем каждая клетка в своей жизнедеятельности относительно автономна, являясь самостоятельной единицей жизни, воспринимающая все вокруг себя как окружающую среду, с которой производится взаимодействие в рамках соотношения стабильности (2). При этом специализированные клетки мышц производят кооперативную энергию в количествах необходимых не только самим клеткам, но и для жизнеобеспечения всего организма, например, производя работу против сил трения при движении крови и лимфы и работу организма против внешних сил (скажем, при добывании пищи). Причем совместная работа клеток мышечной ткани не противоречит принципу автономной жизнедеятельности каждой клетки. Нервный импульс и гуморальные факторы воздействуют сразу на группу клеток, и они реагируют на этот импульс, не ведая о действиях соседей, воспринимающая их лишь как внешнюю среду. Изменение структуры сократительных белков мышечной ткани также происходит под действием кооперативной энергии гидропотоков. Об этом, в частности, свидетельствует то, что клетки мышечной ткани имеют максимальное (до тысяч штук) количество митохондрий. Наличие митохондрий внутри растительной клетки свидетельствует о том, что для внутриклеточных перемещений она использует тот же универсальный механизм. Даже прокариоты, у которых отсутствуют митохондрии, имеют в своем составе складчатые мембранные образования, выполняющие функциональную роль митохондрий.

#### РОЛЬ МЕМБРАННОЙ СИСТЕМЫ В ПРОЦЕССАХ ПРОИЗВОДСТВА КООПЕРАТИВНЫХ ПОТОКОВ

«...Мембрана не представляет собой статическое, неизменяющееся образование, хотя по-

ложение молекул в нем упорядочено. Благодаря жидкокристаллической структуре липидного бислоя, определяющей ее поведение как двумерного раствора, липиды сохраняют способность к диффузии в направлении, параллельном поверхности мембраны (латеральная диффузия), без выхода за пределы слоя. Эту способность мембран можно охарактеризовать как их текучесть» (Л-1). Для нас из этой характеристики важным является то, что мембрана представляет собой невысокий потенциальный барьер относительно слабых связей между молекулами липидов, о чем свидетельствует текучесть. Это позволяет понять механизм пиноцитоза как выпячивание или втягивание наружной клеточной мембраны под действием перепада давления между полостью эндоплазматической сети и межклеточной жидкостью, с последующей отшнуровкой, что и обеспечивает трансмембранный перенос высокомолекулярных соединений. Цикличность переноса вовнутрь и из клетки обеспечивается цикличностью реакций синтеза и диссоциации.

Мембранная эндоплазматическая сеть с точки зрения биофизики представляет собой внутриклеточную каналную систему, по которой, в соответствии с законами термо- и гидродинамики, происходит циркуляция биологических растворов. Эндоплазматическая сеть и есть тот конвейер, по которому происходит перемещение исходных продуктов и продуктов реакций окисления и синтеза между органоидами клетки и между клеткой и межклеточной средой. Однако самым главным с точки зрения биофизики является то, что канализация потока в эндоплазматической сети обеспечивает выполнение принципиального условия для жизни (1). Канализация резко снижает мощность процессов диссипации в многомолекулярных системах, так как в этих условиях исключается лавинообразное вовлечение частиц в энергетический поток.

О важной роли органоидных мембран (складчатой внутренней мембраны митохондрий и мембран полостей эндоплазматической сети) при производстве кооперативных потоков мы говорили выше.

### ПРИЧИНЫ И МЕХАНИЗМ ДЕЛЕНИЯ ДНК

Теперь рассмотрим с точки зрения динамики эволюции структуру ДНК и процесс ее деления. ДНК представляет собой пару длинных антипараллельных цепей полимерных молекул, свернутых вокруг одной оси в виде спирали. Спи-

ральные цепи связаны между собой водородными связями между азотистыми основаниями нуклеотидов разных спиралей. Если через водородную связь нуклеотидов действует сила притяжения между двумя спиральными молекулами ДНК и обе спиральные цепочки находятся в равновесии, то должна быть сила, уравнивающая водородные связи и направленная в обратную сторону, то есть на разрыв цепочек ДНК. Такой силой является сила упругости свернутой в спираль цепочки. Доказательством тому служит тот факт, что после деления ДНК на две цепочки они уже не представляют собой спирали. Отсюда следует вывод, что если каким-либо образом разорвать несколько водородных связей между нуклеотидами разных цепочек, то равновесие сил связи цепочек и упругих сил спиралей, направленных на разрыв цепочек, нарушится и начнется процесс деления ДНК. Отметим и такой факт, что спираль ДНК в хромосомах в свою очередь закручена в спирализованные образования вокруг специальных белков. Это дополнительные связи, препятствующие делению ДНК. В биологии показано, что спирализованные участки хромосом в генетическом отношении не активны. А вот участок ДНК, находящийся в ядрышке, не спирализован вокруг белка (видимо, кооперативный поток выталкивает белок из ядрышка), и, следовательно, связи между цепочками ДНК здесь наиболее слабые во всей хромосоме. В ядрышке находится активный ген данной клетки (ядрышковый организатор), на котором формируется матрица информационной РНК. Информационные РНК уносятся с активного гена кооперативным потоком эндоплазматической системы и доставляются к месту синтеза белка, одновременно в ядро и ядрышко кооперативным потоком вносятся исходные субстраты. Мощность кооперативных потоков энергии в эндоплазматической циркуляционной системе клетки зависит от количества и качества исходных питательных субстратов, количества вырабатываемых ферментов, чистоты эндоплазматической сети клетки, определяющей величину диссипации энергии в ней, и уровня диссипативного порога всего организма и его систем. Так вот при оптимальном соотношении перечисленных факторов мощность кооперативного потока, поступающего в ядрышко, достаточна для того, чтобы совершить работу по преодолению потенциального барьера сил сцепления между нуклеотидами разных цепочек. Разрыв связей между нуклеотидами в ядрышке инициирует деление всей ДНК. Возможно, при инициации деления ДНК в яд-

рышке участвуют и специальные ферменты, например известный гормон роста, вырабатываемый гипофизом и вызывающий ускоренное деление костных клеток и рост костей. Однако это обязательно происходит в совокупности с относительно интенсивным воздействием кооперативного потока. Кстати, интенсивные потоки способствуют и выработке соответствующих гормонов.

### **ВЛИЯНИЕ ДИССИПАТИВНОГО ПОРОГА НА РОСТ И РАЗВИТИЕ**

Рассмотрим с точки зрения динамики эволюции еще одну сторону биологии. Развитие организма, представляющего собой согласованную совокупность огромной разновидности клеток, всего лишь из одной клетки. Клетки в сложном организме выполняют, с одной стороны, специализированную роль, например формируют ткани определенного типа, с другой стороны – каждая клетка имеет полный набор хромосом, позволяющий, скажем, методами клонирования вырастить целый организм.

Специализация клеток определяется активным геном в ядрышке, дающим метаболический набор действий своей клетки. Все остальные гены, а их в хромосомном наборе каждой клетки, например, человека десятки тысяч, находятся в неактивном состоянии, связанными в хромосоме со специальным белком. Оплодотворенная клетка, с которой начинается рост и развитие организма, работает по программе своего активного гена, находящегося в ядрышке на суперспирали хромосомы. Во время первых актов деления оплодотворенной клетки, которое начинается с деления ДНК, имеющей наиболее слабые связи между нуклеотидами, расположенными в ядрышке, производятся одинаковые копии неспециализированных клеток (этап бластулы). Для того чтобы в определенный момент начали производиться другие типы клеток, т. е. начали формироваться зачатки различных тканей и органов, необходимо чтобы в качестве активных генов заработали другие гены, находящиеся в неактивном состоянии. А это означает, что ядрышковый организатор в некоторых клетках, полученных из первоклетки, должен переместиться в структуре ДНК на другое место, вытесняя связывающий неактивный ген белок и тем самым активизируя новый ген и задавая клетке новую метаболическую программу. Из этой клетки при делении начинают производиться клетки другого типа, формируются тем самым различные ткани и орга-

ны. Так вот возникает вопрос, а что и каким образом определяет момент включения силы, перемещающей ядрышковый организатор на новое место в цепочке ДНК?

Эту функцию выполняет диссипативный порог формирующейся диссипативной структуры. Происходит это следующим образом. В процессе деления первых неспециализированных клеток формируется многоклеточная структура. У этой структуры, в связи с ее ростом, постепенно меняется с сторону увеличения и диссипативный порог, т. е. увеличивается способность системы диссипировать кооперативную энергию, обеспечивающую жизнедеятельность. Это, в свою очередь, изменяет интенсивность питания клеток в растущей структуре и интенсивность деятельности каждой клетки. Причем в многоклеточной структуре с началом процесса гастрюляции бластулы клетки переходят в условия, которые значительно отличаются по диссипативным факторам друг от друга, а поэтому меняется гидродинамика в клетках и питание клеток. Причиной гастрюляции может служить снижение давления внутри бластулы из-за потребления крупных биомолекул вновь образованными периферийными клетками бластулы и вывода продуктов их жизнедеятельности за пределы бластулы. Это приводит к сдавливанию бластулы внешним давлением. В определенный момент с начала гастрюляции в некоторых клетках изменение мощности гидродинамического потока по описанным причинам приводит к смещению ядрышкового организатора в хромосоме, что в свою очередь приводит к активизации другого гена, и данной клетке задается новая метаболическая программа. По генетической программе начинается производство клеток нового типа и формирование зачатков различных органов. Этот процесс активизации генов и включения различных метаболических программ продолжается весь период роста организма. При этом продолжается рост диссипативного порога и рост производства, в силу ее повышенной диссипации, суммарной мощности кооперативных потоков энергии, необходимых для обеспечения внутренней жизнедеятельности организма.

Когда в детстве организм растет и диссипативный порог относительно низок это дает возможность получать достаточно интенсивные потоки энергии Умова, которые и способствуют делению клеток и росту организма. В этот период деление и образование новых клеток превосходит их отмирание. По мере уве-

личения числа клеток (роста организма) возрастает суммарный диссипативный порог организма и, как следствие, падает интенсивность потоков энергии. С некоторого момента устанавливается равновесие между производством новых клеток и их отмиранием, рост организма прекращается. В состоянии оптимального равновесия сил и потоков, когда регенерация новых клеток равна их отмиранию, организм может существовать неопределенно долго. Однако из-за болезней, из-за внесения в организм с пищей и водой неусваиваемых и не выводимых из организма веществ происходит системное (во всех клетках) увеличение диссипативного порога, что приводит к повышенной диссипации кооперативной энергии в организме. Происходит, как говорят дилетанты в биологии «зашлаковка» организма. Все больше кооперативной энергии тратится на функционирование систем самого организма и меньше остается на регенерацию новых клеток и внешнюю работу. Рост диссипативного порога и есть старение. И когда кооперативной энергии не хватает на самоподдержание, то нарушается соотношение стабильности и структура разрушается. Отметим особое значение диссипативного порога эндоплазматической сети клетки для ее жизнедеятельности и организма в целом. Главная составляющая суммарного диссипативного порога организма создается именно на уровне клетки. Суммарная протяженность каналов эндоплазматической сети несоизмеримо больше протяженности капиллярной и сосудистой систем организма. По мере обструкции эндоплазматической сети инородными или вредными при переизбытке молекулами (решающую роль здесь играет холестерол) увеличивается диссипация возникающей кооперативной энергии и, следовательно, снижается способность потоков к преодолению потенциальных барьеров билипидного слоя мембран. К тому же и мембраны уплотняются и закупориваются инородными молекулами и холестеролом, снижающими текучесть мембран и повышающими потенциальный барьер. Все вместе это снижает интенсивность жизнедеятельности.

Обратим внимание, что понятию относительной стабильности при обмене веществ и сохранению баланса энергии в биологии уделяется огромное значение (понятие гомеостаз). Здесь указываются механизмы согласованности энергетического обмена и **обязательно за диссипативным порогом.**

Описанный механизм позволяет понять механику приспособления организмов к изменяющимся внешним условиям и закрепление наследственных признаков. Изменение внешних условий (качества пищи, температуры и т. п.) приводит к изменению интенсивности энергетических потоков, что может вызвать в некоторых клетках изменение положения ядрышковых организаторов и включения других нуклеотидов в активный ген. Получается некоторое изменение активного гена и соответственно некоторое изменение метаболической программы. Если эти изменения вписываются в соотношение стабильности и при этом организм получает преимущества по отношению к окружающим, то новый тип закрепляется.

Рост и развитие организма определяются суммирующим влиянием генотипа, внешних условий и диссипативного порога организма.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Динамика биологических структур в принципиальных основах та же, что и любых других диссипативных структур. Первое – создание неравновесности, градиента потенциальной энергии и сил, вызывающих согласно основному закону динамики кооперативные потоки. Это достигается разностью тепловых эффектов реакций диссоциации и синтеза. Второе – создание условий, ограничивающих действие эффекта вырождения результирующего импульса, т. е. перевод физической реальности диссипативной среды за диссипативный порог. Биологический подход к трактовке сущности диссипативного порога требует учета вектора потока энергии и количественной характеристики воздействий, сменяющих результат действия этого вектора (тенденцию к преобладанию кооперации или энтропии).

### Список использованной литературы:

1. Бышевский А.Ш., Терсенов О.А. Биохимия для врача. Екатеринбург, Из-во «Уральский рабочий», 1994. 383 с.
2. Гилберт С. Биология развития. Москва, Из-во «Мир», 1993. 815 с.
3. Косарев А.В. Динамика эволюции неравновесных диссипативных сред. Оренбург, ИПК «Газпром печать», 2001. 144 с.
4. Николис Г., Пригожин И. Самоорганизация в неравновесных системах. Москва, Из-во «Мир», 1979. 512 с.