

ФИЗИКА И ТЕОРИЯ ХАОСА-САМООРГАНИЗАЦИИ В ИЗУЧЕНИИ ЖИВОГО И ЭВОЛЮЦИИ РАЗУМНОЙ ЖИЗНИ

Еськов В.М.

ГБОУ ВПО «Сургутский государственный университет ХМАО – Югры»

В рамках новой теории хаоса-самоорганизации представлен критический анализ понятия “жизнь – живые системы”. Рассмотрены основные свойства подобных сложных, хаотических-самоорганизующихся синергетических систем (complexity) с позиций И.Р.Пригожина, школы биофизиков России, синергетического подхода школы Г.Хакена и некоторого нового направления, обозначаемого автором как теория хаоса-самоорганизации – ТХС. Даны иллюстративные примеры последнего подхода, обозначенного как третья парадигма и который включает ТХС, как инструмент познания живых систем.

Ключевые слова: редукционизм, неравновесная равновесность.

Введение

Понятие жизнь, живые системы, живая среда фигурируют в различных научных и философских работах вот уже не одно столетие. Попытки же краткого и точного определения этих понятий многократно производились с позиций детерминистско-стохастического подхода (ДСП), который составляет основу познания природных систем в физике, химии, технике и тех разделов биологии, где превалируют возможности ДСП. Это касается в первую очередь молекулярной биологии и генетики, столь активно сейчас развивающихся. Достижения ДСП на уровне молекул и атомов очевидны и значительны – это вся современная наука и техника. Однако, за эти века мы не приблизились существенно к пониманию жизни, живых систем. На взгляд автора это объясняется тем, что все подобные попытки производились именно из лагеря сторонников ДСП, т.е. традиционной науки, основанной на физике и химии. Отсюда можно сделать вывод, что определять жизнь через физические, химические или технические системы, понятия и

законы – невозможно в принципе. Эти усилия напрасны, т.к. это тупиковое направление в науке из-за особых свойств живых систем (об этом будет сказано ниже).

Справедливости ради надо отметить, что активное познание жизни происходило и сейчас продолжает происходить через законы биофизики и на основе физических законов. Однако, физический редукционизм противоречит эмерджентным, системным принципам организации complexity (целое не сводимо к его части). При этом были получены существенные достижения в области изучения живого с позиций именно такой биофизики (базирующейся на ДСП) и ряда родственных детерминистских наук. Однако, главная проблема при этом осталась – это проблема имеет сходство с проблемами термодинамики Больцмана (19-й век), что обусловлено огромной неопределённостью и невозможностью познания всех интимных механизмов в динамике сложных систем, состоящих из множеств элементов, что характерно для живого из-за огромной

гетерогенности в организации, строении (разнообразии элементов) и характере связей между элементами таких систем (в физике, химии и технике обычно такого нет). При этом главная неопределённость связана с ответом на вопрос: как через многие, внешне независимые процессы (неопределённости) всё живое существует, развивается, эволюционирует с поразительной устойчивостью, достигая на каждом отрезке времени необходимого конечного результата, как живое живет?. Причём, это всё происходит самоподобно, фрактально и в рамках самоорганизации. В этих неопределённостях есть свои внутренние кластеры неопределённостей: эволюция всего живого, устойчивость биосферы Земли и её эволюция, индивидуальная жизнь отдельного человека (её эволюция и устойчивость), законы глобальных эволюций жизни и законы телеологически определённой динамики развития живых систем.

Все эти неопределённости создают большие трудности в попытках редукционного познания особых свойств живых систем на основе законов физики, в том числе имеются неопределённости и в условиях возникновения различных форм жизни (например, в виде автоволновых процессов). Одновременно и возникает главная неопределённость, заключающаяся в череде подобных исследований необходимых для практической медицины и биологии – неопределённость в необходимости создания управления всеми этими complexity. Часть ответов на эти вопросы автор настоящего сообщения

пытается сейчас дать в рамках нового направления – теории хаоса и синергетики (ТХС), которая лежит в основе новой парадигмы (третьей после ДСП парадигмы теории хаоса-самоорганизации) и которая включает в себя большое разнообразие неопределённостей. Сейчас очевидно: ТХС – это самая неопределённая наука из всех существующих, которая нарушает четыре принципа научности знаний (пятый – релятивизм остается в ТХС). Её неопределённость заключается в особых свойствах систем третьего типа, сложных объектов и особых методах их изучения (отличных от ДСП).

1.Ограниченность физики и общей теории систем в описании живых систем.

Известно, что в работах А.А. Богданова, Т.Котарбиньского, Л.фон Берталанфи, Н.Винера были представлены неоднократные попытки определения жизни, живого. Более того, именно в работах Берталанфи и возникла главная проблема ОТС, поскольку свойства живого не могли быть там представлены в рамках ДСП, т.к. не было понимания особых свойств complexity и отсутствовали методы их исследования (на базе современной ТХС). Эта проблема в ОТС так и осталась на сегодняшний день без решения, несмотря даже на усилия И.Р.Пригожина и Г.Хакена, т.е. их попыток создания нового третьего направления в науке в виде теории complexity и синергетики (особые свойства БДС ими не были учтены и систематизированы, а методы ТХС также не обозначены этими авторами или их учениками). Оба этих ученых остались в пространстве ДСП-науки

именно из-за отсутствия понимания и признания СТТ, их пяти принципов организации и 13-ти отличий от ДСП-систем.

Подробный аргументированный анализ возникшей ситуации был дан автором в многочисленных публикациях, в том числе и при объяснении условий возникновения ТХС, которая по нашему мнению представляет учёт основных реальных свойств “complexity”, чего пока ещё не было осуществлено в биофизике и ОТС в рамках классических подходов. Попытки перехода от ДСП в синергетику (или теорию complexity) со стороны Г.Хакена и И.Пригожина не обеспечили формализацию описания “complexity” с полным учётом всех основных свойств таких сложных биосистем. Более того, и сам И.Р. Пригожин так и остался в ДСП, а Г.Хакен ограничился своим первым синергетическим постулатом об игнорировании свойств отдельных элементов complexity и не пошёл дальше [11].

Действительно, если говорить кратко о сути этой проблемы, то основа представлений И.Р.Пригожина всё-таки базируется на ДСП, т.к. в его моделях используются методы термодинамики неравновесных систем и теория дифференциальных уравнений. В последней мы по-прежнему оперируем точками и линиями в фазовом пространстве состояний (ФПС), что является основой ДСП. Однако, Пригожин чувствовал недостаток ДСП и постоянно пытался войти в пространство с максимальной неопределённостью, которую сейчас представляет столь удачно ТХС [4-8].

Достаточно вспомнить его знаменитое высказывание, которое наиболее ярко представляет неравновесную равновесность – гомеостаз (именно она лежит в основе живого): “В том новом, что создаёт активная природа вдали от равновесия, возможное богаче реального”. В этой цитате содержится его основная идеология и основные понятия: во-первых, активная природа (можно читать как живая среда и то, что с ней взаимодействует, включая и биосферу Земли в целом), во-вторых, вдали от равновесия (здесь И.Пригожин имел в виду термодинамическое равновесие, свойственное неживой природе).

Слово “возможное” можно употребить в различных аспектах: и как существование эволюционирующего живого, и как базовое свойство живого – гомеостаз, и как глобальные возможности у человечества задавать такие внешние управляющие воздействия – ВУВы. Последнее необходимо для того, чтобы биосфера Земли существовала не только на нашей Планете сколь угодно долго, но и в виде параллельных миров в Космосе (например, как искусственные экосистемы). Это главный закон эволюции живого – возникшее неравновесие (в виде гомеостаза) должно расширяться в пространстве и во времени. Поэтому солнечная система, планеты и спутники планет уже сейчас должна заполняться колониями людей, что должно резко повысить выживание вида Homo Sapiens (вспомним 2-ю теорему Шэннона о запараллеливании каналов связи и о повышении надежности приема информации). Человечество многократно

запараллелило социумы на Земле (создав множество государств), но в космосе пока этих параллелей нет.

В этой разнообразной трактовке указанной цитаты всё-таки имеются существенные ограничения, которые сам И.Р.Пригожин для себя определил: он был сторонником физической биологии (в прямом, редуционалистском смысле) и поэтому так активно создавал и развивал термодинамику неравновесных систем и так активно был противником Г.Хакена в его попытках ввести неопределённость и отойти от ДСП. Для понимания принципиального противоречия между Г.Хакеном и его синергетикой и теорией “complexity” И.Р.Пригожина, который в конце концов полностью отошёл от синергетики Г.Хакена, достаточно вспомнить фундаментальное высказывание Г.Хакена об особых свойствах синергических систем: ”Мы не работаем с отдельными элементами, а только с их пулами” (компартаментами и кластерами, как их определил еще 30 лет назад автор насоящего сообщения в своей компарментно-кластерной теории биосистем – ККТБ). Отказ со стороны Г.Хакена от изучения свойств и поведения подсистем (элементов), входящих в общую систему – “complexity”, резко отрицает принцип редуционализма – основу физики (включая даже квантовую, атомарную и молекулярную физику, переходящую в физику твёрдого тела и т.д.), химии, техники, где элементы и их свойства весьма важны и через них мы объясняем в том числе эффекты молекулярной биофизики. Это, фактически, является отказом от всей

современной науки, которая основана на ДСП. Но этот отказ не полный, не завершённый, примитивный. Автор этого сообщения пошёл дальше и ввел фундаментальное свойство синергических “complexity”: определил основу ТХС в виде пяти постулатов и тринадцати основных противоречий между ДСП и ТХС, что резко отделило ТХС от традиционной науки, т.к. СТТ становится уникальными системами, а наука такие системы не изучает (это утверждал Пригожин [11] и многие другие ученые). Однако, прежде чем переходить к характеристике ТХС, которая учитывает максимальное число и наиболее экстравагантные свойства живых систем (синергических “complexity”), необходимо отметить работы наших двух российских учёных, которые внесли существенный вклад в биофизику, в биологию и теорию сложных систем вообще. Речь идёт о работах Г.Р.Иваницкого в области нового подхода в теории эволюции жизни на Земле и о серии работ В.А.Твердислова в этой же области, но с позиций фундаментальной симметрии.

В этих двух разных циклах работ первый из авторов (Г.Р.Иваницкий) показал конструкционные возможности случайности (неопределённости и хаоса), которая может быть основой направленной эволюции биосистем, т.е. случайность (хаос) может породить определённые закономерности, приводящие к определённым (возможно телеологическим) результатам. В серии работ В.А.Твердислова убедительно доказывается, что “в ходе

развития система (как живая среда в нашей интерпретации с позиций ТХС) может многократно расширять спектр типов симметрий внутри одного иерархического уровня, повышая её “сложность”, а при переходе на более высокий уровень менять знак хиральности”. В этом заключается один из механизмов эволюции, который направлен на усложнение живой среды (в нашей интерпретации это синергетические “complexity”). Доказательство определённой направленной эволюции в моделях Г.Р.Иваницкого и представлении механизмов усложнения при таких эволюциях – важный вклад в общее представление об общих законах существования и развития живых сред (синергетических “complexity”, описываемых нами в рамках ТХС). Хаос и порядок, определённость и неопределённость, самоорганизация и дезорганизация, увеличение энтропии или её резкое снижение в пределах локальной системы за счет других систем (в том числе и за счёт накопления информации человечеством) – вот основа для понимания базовых законов существования живых сред. Именно эти понятия и составляют фундамент ТХС, которая сейчас пытается дать новые представления о жизни, о биосистемах, основных законах их существования и развития.

2. Общая теория систем трансформируется в теорию-самоорганизации (ТХС).

Как отмечалось выше, в синергетике за основу положен постулат Г. Хакена о том, что в теории сложных систем мы не работаем с отдельными элементами таких систем,

а только с самой системой (собственно, это не в столь категоричной и в несколько инвертированной форме подразумевалось и в ОТС). Автор настоящего сообщения в своих исследованиях пошёл дальше и постулировал, что не только отдельный элемент системы, но и любое конкретное состояние всей “complexity”, т.е. точка в многомерном фазовом пространстве состояний, которая представляет конкретное значение вектора состояния биосистемы (ВСБ): $x=(x_1, x_2, \dots, x_m)^T$, тоже не имеет никакой информационной нагрузки. Иными словами, конкретное значение $x=x(t)$ при $t=t_1$ не имеет никакого значения для описания таких сложных синергетических систем, равно как и один элемент системы не может представлять всю систему [3-8].

Это утверждение следует из 5-ти основных свойств, которые автор определил на основе анализа многочисленных литературных и собственных данных для сложных биологических динамических систем (БДС). Последние описываются динамикой поведения ВСБ в многомерном фазовом пространстве состояний (ФПС). Иными словами мы отказываемся от оперирования точками или даже линиями в ФПС и предлагаем работать при описании и прогнозировании БДС в ФПС сразу с некоторыми объемами ФПС (мы их называем квазиаттракторами – КА), внутри которых движутся произвольным образом (хаотически, в рамках равномерных распределений) ВСБ. Точки и линии остаются в моделях ДСП, а в рамках ТХС сейчас мы работаем с КА в ФПС.

В рамках таких приближений любая БДС никогда не имеет стационарных значений (т.е. $dx/dt \neq 0$ и $x_i \neq const$), т.к. их ВСБ постоянно движется в ФПС. Точнее говоря, движение вектора «мерцает», эволюционирует и телеологически стремится, за счет самоорганизации биологических динамических систем, в некоторый финальный квазиаттрактор. Всё это в таком синергетическом приближении представляет тонкую структуру биологической материи. Этот подход соответствует известному переходу в физике начала XX-го века, когда от примитивных механистических представлений об элементарных частицах и атомах (электрон – заряженный шарик) физики перешли к волновым и квантовым свойствам материи (ввели принцип неопределённости, волновую функцию и т.д.). В нашем случае речь идет о тонкой (с учетом “glimmering”, “teleological” и “evolutionary property”) структуре биологических динамических систем, о которой ещё в древности философы (греческие, китайские) пытались говорить, но формализовать эти представления тогда ещё не могли. Для этого нужна была эволюция науки в рамках традиционной ДСП до современной ТХС, которая начинается с признания существования особых биосистем (синергетических “complexity”) с их пятью особыми свойствами и тринадцатью отличиями от ДСП-объектов.

Фактически, был предложен новый (в философском, мировоззренческом смысле) синергетический подход в изучении, моделировании и прогнозировании динамики поведения

БДС с исходно хаотической динамикой поведения (как базовое свойство любой “complexity”) параметров таких систем в фазовом пространстве состояний. Поэтому и само это направление было обозначено автором именно как “теория хаоса и синергетика”. При этом имелось в виду, что на первом месте стоит все-таки исходно микрохаотическая динамика поведения синергетических БДС, которые постоянно структурируются за счёт самоорганизации их (БДС) элементов (подсистем), образующих эти БДС. Это своего рода динамическое равновесие между постоянными попытками распада (хаоса) и попытками структурирования (за счёт самоорганизации). Поскольку любые процессы распада имеют довольно простые термодинамические корни (физико-химические, детерминистско-стохастические по сути), то речь идёт о противопоставлении их (этих сил и процессов), направленных на увеличение энтропии, силам антиэнтропийным, процессам и силам самоорганизации (структурирования). С позиций классической философии науки – это единство и борьба противоположностей (распад – самоорганизация; энтропия – неэнтропия). Подобные системы имеются и в неживой природе, на что обратим внимание Г.Р. Иваницкий и его коллеги при изучении возникновения кластерных структур в чашках Петри за счет градиентов температур (диссипации и энергии). Все это стало видимым благодаря изобретению биофизика Е. Хижняка, но теперь это может быть реальной физической моделью кластеризуемых

систем, что так характерно для живой природы.

Динамическое равновесие между силами деструктурирования (энтропийными) и силами структурирования (антиэнтропийными) сопровождается (или описывается) постоянным хаотическим движением вектора состояния таких систем (ВСС) в ФПС. Эти движения образуют квазиаттракторы – КА, а движение ВСС происходит внутри них. Иными словами движение ВСС в ФПС имеет хаотический характер внутри КА. Такой КА занимает определённый объем (Vg) в ФПС, который характеризуется параметрами: размер Vg и координаты его геометрического центра x_i^c .

Изучение таких процессов и таких сложных систем в целом происходит по законам системного анализа (редукционализма) и синтеза (усложнения систем, получения из простых элементов сложных систем и их эмерджентных свойств). Именно последнее составляет основу нового подхода, предложенного М.В. Ковальчуком в виде конвергенции (перехода от атомов и молекул к наночастицам и далее к сложным комплексам и сложным функциям на их основе). В синергетике под синтезом понимают и это (переход от простого к сложному) и одновременно под системным синтезом понимают еще и сам процесс описания такого перехода. Последний характеризуется рядом закономерностей, главное из которых: свойства целого не эквивалентны свойствам отдельных элементов (и не познаваемые из свойств элементов) и

подсистем, образующих целое (чаще цитируют Платона: «Целое больше суммы своих частей»). При усложнении и образовании целого простые свойства отдельных элементов нивелируются, их параметры нивелируются, но могут образовываться параметры порядка (ПП), которые описывают поведение всей системы и не описывают свойства отдельных элементов. Таковы новые направления и добавления к традиционной ОТС, изучение которой за последние 30-40 лет было существенно замедленно (во многом из-за распада на части, т.е. редукции и потери интереса к кибернетике). На фоне этого резко уменьшилось число философских работ в этой области, которые все-таки не реализовали существенных сдвигов и в самой философии и в естествознании в целом. Исключение составили работы В.С. Степина, которые сейчас многими трактуются весьма произвольно, редукционно, обрывочно. Стойких последователей этого выдающегося философа современности очень мало.

3. Понятие гомеостаза биосистем в рамках тхс.

В рамках ОТС, а теперь уже и ТХС главная проблема возникает вокруг вопроса: как описывать состояние и поведение сложных синергетических систем, если состояние и поведение отдельных элементов (а их может быть огромное число, например, число Авогадро) описать уже невозможно? Для БДС эта задача в корне отличается от объектов физики, химии и техники из-за гетерогенности биосистем: они содержат огромное число разных молекул, атомов и различных наноструктур, которые различным

образом взаимодействуют между собой, образуют комплексы (например, различные клетки), которые также различным образом взаимодействуют между собой. В общем, в БДС всё разное и всё сложно взаимодействует друг с другом. Это огромное самоорганизующееся многообразие в корне отличается от объектов физики, химии и техники, на что очень точно обращал внимание Warren Weaver в 40-50-х годах XX века [14].

Всё это разнообразие молекул, клеток, органов образует живой организм, который в итоге даёт совершенно новое свойство и качество, принципиально отличное от таковых для физических, химических или технических объектов. Это новое свойство мы называем гомеостазом живого организма, человечества, биосферы Земли и т.д. Гомеостаз отдельного организма или совокупности таких организмов обладает одним уникальным свойством. Если на это всё смотреть с термодинамической (физико-химической) точки зрения, то это означает что гомеостатическое состояние “complexity” существенно отличается от термодинамического равновесия, при котором не должны долго существовать такие, например, неравновесия (в термодинамическом смысле) как градиенты (концентраций, температур, давлений и т.д.). Однако, именно эти неравновесия и создают свои особые биологические равновесия (неравновесные с позиций физико-химического формализма, с позиций термодинамики). Эти неравновесные равновесия (фактически, гомеостаз) поддерживаются только за счёт самоорганизации и именно они

обеспечивают минимизацию энтропии, уход БДС от термодинамического равновесия в особые гомеостатические равновесия в виде устойчивых градиентов, локальной минимизации энтропии и накопления информации человечеством, которое может помочь всей биосфере избежать хаоса разрушения, т.е. структурироваться и тоже находиться в гомеостатическом равновесии (т.е. вдали от термодинамического равновесия). Такие неравновесные равновесия (гомеостазы) не имеют ничего общего с физическими, химическими или техническими равновесиями (с максимумами энтропии и минимумами информации) и они краткосрочны (пока существует БДС или их комплексы в виде популяций, государств, экосистем, биосферы Земли). Более того, эти неравновесные равновесия (жизнь) породили гигантскую флуктуацию – человека, который обладает уникальными свойствами. Он (*Homo sapiens*) способен существенно и целенаправленно (т.е. произвольно, по своему замыслу) уменьшать локально энтропию и создавать новую информацию, минимизируя беспорядок, уводить себя (и всё человечество, а возможно и биосферу Земли) от состояния термодинамического равновесия в глубокие дали неравновесного равновесия (различные уровни гомеостаза: организм человека, государства, биосферы), резко накапливая информацию и уменьшая энтропию для себя лично (и человечества в целом). Игра в негэнтропию и глубокий уход в далёкие неравновесные

(термодинамически) состояния несёт в себе и огромную опасность, т.к. накапливаемые знания создают и огромные возможности в управлении энергией (или её неуправлении), что создаёт определённые “террапроблемы” (жизнь на Земле сейчас подвергается большой опасности, в том числе и из-за деятельности человека). Мир при этом теряет устойчивость, становится нестабильным и эта нестабильность может в любой момент завершиться глобальной (планетарной) катастрофой. Опыт показывает, что всегда накопление информации (при жизни одного человека) заканчивается её полной потерей (смертью индивидуума). Однако, человек научился хранить и передавать информацию (это особенность всего живого из-за ДНК) и тогда циклы жизни отдельного человека переходят в непрерывную жизнь человечества. На это не способны физические системы. Поскольку синергетика (в наших наблюдениях) диктует фрактальные закономерности (жизнь отдельного человека подобна жизни всего человечества и биосферы Земли в целом), то эти ассоциации чреваты печальными последствиями для всего человечества и для планеты Земля. Всё имеет начало и конец. Могут ли человек и человечество стать бессмертными? Вопрос этот пока без ответа, т.к. любая такая бесконечность нарушает термодинамические законы. Флуктуация неравновесности должна возвратиться в равновесное состояние.

В природе имеется огромное количество примеров термодинамического равновесия. Причём, если речь идёт о физических,

химических или технических системах, то это всегда заканчивается сведением больших флуктуаций к нулю (вспомним закон больших чисел, т.е. теорему Бернулли). Гигантские флуктуации длительно не могут существовать в рамках физических законов и статистики. Такие процессы всегда в итоге сопровождаются нарастанием энтропии ($S \rightarrow \max$), а сама исследуемая система становится однородной. Для живых систем подобное невозможно в принципе, т.к. они всегда гетерогенны и их неоднородность всегда является устойчивой до тех пор, пока такие объекты существуют как живые системы. В целом, живые системы на различных уровнях их организации (клетка, организм человека или животного, экосистемы, биосфера Земли) нарушили этот физико-химический закон термодинамического равновесия (максимум энтропии), т.к. создали искусственные равновесные (не в термодинамическом, а в гомеостатическом смысле) системы, которые очень далеко отстоят от классического (физического, химического) термодинамического равновесия. В этом смысле неравновесные (термодинамически) равновесности (гомеостатические), т.е. биосистемы, имеют двойной смысл в высказывании И.Р. Пригожина: “В том новом, что создаёт активная природа, вдали от равновесия, возможное богаче реального”.

Действительно, в этой цитате имеется даже не двойной, а более многозначный смысл. И.Р. Пригожин не поясняет, что такое активная природа, но в свете всего сказанного

выше только живая природа (активная, с градиентами) уходит далеко от равновесия (термодинамического, активным сторонником которого был сам уважаемый нами И.Р. Пригожин). Отметим, что именно в этом скрывается ещё одна попытка подтянуть классический, детерминистско-стохастический подход к изучению сложных биосистем, т.е. БДС с хаотически-синергетическими свойствами. Как ниже будет сказано, таких попыток во всей науке имеется великое множество и в этом заключается главная трагедия современной науки, которая не желает учитывать особые свойства “complexity” и не желает рассматривать теорию хаоса и синергетику, т.е. ТХС, как особое, новое направление не только естествознания, но и всей науки, культуры, мировоззрения человечества. Третья парадигма и ТХС – это тоже гигантское отклонение от равновесной, традиционной науки. Поэтому судьба ТХС, систем третьего типа, их признание весьма проблематичны, т.к. они нарушают привычное “равновесие” науки, ее основные законы и принципы.

Уходя от термодинамического равновесия, синергетические БДС создают свои неустойчивые, краткосрочные, гомеостатические равновесия (искусственные, противоречащие основным законам термодинамики и физики, химии, техники в целом). Последнее означает только то, что живые системы искусственно в рамках законов физики, химии, техники не создаются в принципе, т.к. там есть только имитаторы жизни на ее отдельных

интервалах существования и жизненных процессов (ЭВМ и нейроЭВМ, например, как технические аналоги работы мозга). *Итак, жизнь – это равновесие вдали от физико-химических равновесий и реальность жизни (ее реальные возможности) гораздо богаче реальностей возможного (т.е. не биологического существования в виде существования неживой материи). Неравновесная равновесность – это первая особенность* *цитаты И.Р. Пригожина, т.к. она существует вдали от равновесия (термодинамического) и действительно много что создаёт. Применительно к человеку она создаёт новую информацию и на её основе можно изменять биосферу Земли (уже изменяет, но пока в худшую сторону).*

Второй, завуалированный смысл сказанного И.Р. Пригожиным заключатся в том, что сама эта неравновесная равновесность по своей сути (природе, принципам организации и функционирования) является неравновесной или нестационарной (причём в двух смыслах). *Итак, мы будем говорить о жизни, о живых объектах как о неравновесной равновесности, вкладывая в этот смысл постоянный уход биосистем от термодинамического равновесия в некоторое другое, не термодинамическое равновесие, которое определяется как гомеостаз.* Этот уход имеет два аспекта: краткосрочный (тактический) и долгосрочный (стратегический). Рассмотрим эти два аспекта (утверждения) более подробно, т.к. это

составит два новых смысла цитаты И.Р. Пригожина об активной природе.

В рамках новой третьей парадигмы мы утверждаем: *гомеостаз не является термодинамически равновесным состоянием любой сложной биосистемы, однако, и более того, при этом гомеостаз не является, фактически, стационарным состоянием сложной биосистемы, т.к. постоянно все параметры такой биосистемы (находящейся в гомеостазе) непрерывно изменяются. Иными словами гомеостаз не является равновесным состоянием “complexity” и это всё является парадоксальным и одновременно реальным состоянием любой сложной БДС, обладающей синергетическими свойствами, а точнее, находящейся одновременно и в хаосе и в режиме самоорганизации.*

Ещё древние греки говорили о постоянной изменчивости многих процессов в природе (нельзя дважды войти в одну и ту же реку). Автором для биосистем это сейчас формулируется в виде базового свойства “мерцания”, т.е. мы говорим о постоянном изменении параметров биосистемы. Последнее означает, что вектор состояния любой биосистемы с особыми синергетическими свойствами постоянно движется в многомерном фазовом пространстве состояний. С этих позиций непрерывного движения ВСБ любая синергетическая БДС, как система третьего типа, обладает свойством мерцания (“glimmering” или “flickering” property). Математически это означает, что для таких БДС (и ВСБ, их описывающих) нет стационарных режимов, т.е. всегда $dx/dt \neq 0$ и $x_i \neq \text{const}$ для всех $i=1, \dots, m$,

где m – размерность фазового пространства состояний. Постоянное движение ВСБ в ФПС имеет, однако, некоторые границы, т.е. ВСБ в ФПС движется в пределах некоторого объёма, который мы будем определять как квазиаттрактор. Движение это имеет хаотический характер, т.е. распределение ВСБ в ФПС по координатам x_i является равномерным, что резко и сразу отличает состояние таких БДС от классического (статистического) неравномерного распределения. Иными словами мы говорим о хаотической динамике поведения ВСБ в ФПС в пределах некоторой фазовой области – квазиаттрактора.

В рамках таких представлений мы говорим о хаотической динамике ВСБ, т.е. живой объект является хаотической нестационарностью (неравновесностью) неравновесной (термодинамически) равновесности (гомеостатической равновесности). **В целом, жизнь – это относительно устойчивое (в пределах квазиаттракторов) динамическое (искусственно поддерживаемое) равновесие вдали от традиционных (термодинамических) равновесий, в которых обычно энтропия достигала максимума и удерживалась сколь угодно долго на приблизительно постоянном уровне ($S_0 \approx \text{const}1 = \text{max}$). В живых системах с термодинамической точки зрения их энтропия $S_1 \neq \text{max}$, но она относительно стабильна ($S_1 \approx \text{const}2 \neq \text{max}$; $S_1 \ll S_0$), т.е. представляется локальными экстремумами (минимумами) за счёт постоянного поддержания неравновесных процессов**

(различных градиентов: температур, давлений, концентраций,...), при этом параметры таких complexity постоянно мерцают, а в эволюционном плане такие системы стремятся к минимуму энтропии, т.е. динамика их развития является антиэнтропийным процессом. Такая экзотическая мерцающая равновесность (стационарность в пределах КА) термодинамически неравновесной равновесности (гомеостаза) требует постоянных энергетических затрат и обладает ещё одним очень важным свойством – квазиаттракторы эволюционируют телеологически в ФПС, т.е. меняют свои координаты. Иными словами неравновесность (нестационарность) имеет две характеристики: локальное мерцание на интервал τ и глобальное хаотическое движение (квазиаттрактора) в фазовом пространстве и некоторой топологической цели. Это два типа хаоса – особенность любых живых систем.

Таким образом, тактическая неравновесность БДС сводится к хаотической динамике ВСБ в ФПС в пределах КА, а внешне это проявляется в базовом свойстве мерцания БДС ((“glimmering” или “flickering” property). Это свойство мерцания – фундаментальное свойство любой БДС, претендующей на статус “complexity” (понятие “сложная система” – “complexity” включает 5 основных свойств и 13 отличий от объектов ДСП). Свойство мерцания является вторым фундаментальным свойством биосистем после свойства компартментно-кластерной структуры. Последнее, фактически,

является базовым свойством БДС, т.к. это вытекает из определения самой системы (мы не работаем с отдельными элементами системы, говорил Герман Хакен, а только с пулами, компартментами, кластерами, т.к. свойства отдельных элементов в принципе не учитываются). Свойство “мерцания”, фактически, утверждает, что мы не только не работаем с отдельными элементами, но не принимаем во внимание и любое конкретное (одно) состояние БДС. Иными словами точка (состояние ВСС в ФПС) не имеет никакой информации для описания БДС. Важна общая динамика биосистемы, т.е. параметры квазиаттрактора.

Итак, ни отдельный элемент БДС (и его свойства), ни конкретное состояние ВСС в ФПС не имеют существенного значения. Важен ансамбль элементов или совокупность состояний (т.е. КА). Всё это представляет не только признаки сложной системы, но и важные 2 свойства complexity. Однако, как было сказано выше, кроме тактической неравновесности (микрохаотического поведения ВСБ в ФПС) в виде неравновесной равновесности (т.е. гомеостаза), для БДС существует ещё и стратегическая неравновесность, т.е. постоянный дрейф КА в ФПС. Этот процесс дрейфа более медленный и он не хаотический, а целенаправленный. Отметим ещё раз, что рассматривать сам гомеостаз как стационарное состояние будет совершенно неправильно из-за свойства мерцания ВСС в ФПС, т.е. имеем нестационарность (неравновесность) иерархической равновесности.

Итак, неравновесность (нестационарность, т.е. хаос) неравновесной равновесности (гомеостаза) – ННР имеет тактический характер, который проявляется в постоянном мерцании ВСБ в ФПС в пределах некоторого квазиаттрактора. Этот КА и определяет гомеостаз БДС, что математически означает отсутствие стационарных режимов в ФПС (т.е. $dx/dt \neq 0$ и $x_i \neq \text{const}$), и происходит это за счёт постоянного движения ВСБ в ФПС (“glimmering” или “flickering” property). Крылатая фраза “Всё течёт, всё изменяется” наполняется первым базовым смыслом: нельзя получить совершенно одинаковое состояние организма человека, животного, растения, экосистемы, биосферы Земли. Все постоянно изменяется, движется ВСБ в ФПС. Но это движение ограничено размерами квазиаттрактора, т.е. оно не стационарно, но все-таки имеет границы.

Это является первой (тактической) неравновесностью для ННР. Её надо изучать, описывать, моделировать и прогнозировать. Но имеется и другая направленность – общая стратегическая нестабильность БДС, которая проявляется в движении самого КА в ФПС, внутри которого мы имеем непрерывное движение ВСБ. Эта стратегическая нестабильность определяет два свойства complexity: свойство эволюции (evolutionary property) и телеологические свойства (teleological property). Оба эти свойства БДС обеспечивают движение КА в ФПС. Причем это движение происходит хаотически, но имеет определенное направление, которое определяется работой элементов БДС и

называется (или обусловлено) самоорганизацией (self-organization). Иными словами самоорганизация описывается результатом: эволюцией БДС в ФПС к некоторому конечному телеологически определённом КА.

Отметим, что самоорганизация, методы отыскания параметров порядка (ПП), отказ от работы с отдельными элементами – всё это является ключевыми элементами синергетики, которую сейчас, фактически, ликвидировали как науку (или направление), но объекты с такими свойствами существуют в природе, их свойства и динамику изучать необходимо, а в рамках детерминистско-стохастического подхода (ДСП) это делать совершенно невозможно. Иными словами проблема осталась, объекты остались и ничего нового в рамках ДСП для их изучения не предложено. Как результат такой ситуации – реальный отказ рассматривать и изучать синергетические системы (complexity по сути) или сводить их к традиционным ДСП объектам (системам), что очень огрубляет их свойства и снижает возможности их описания и прогнозирования. Как уже отмечалось выше, реальные complexity обладают пятью свойствами (компаратментно-кластерная структура, свойство мерцания, эволюционность, телеологичность и выход за пределы 3-х сигм) и имеют 13 отличий в динамике поведения от всех известных в науке объектов с ДСП в их описании [5-8]. Физические, химические и технические системы существуют и описываются в рамках ДСП, их поведение не имеет тактической неравновесной равновесности.

Последнее означает, что как в детерминизме, так и в стохастике начальные параметры любой системы, любого объекта должны быть строго заданы и они (эти начальные значения вектора состояния системы) могут быть повторены (воспроизведены) сколь угодно большое число раз. Да и дальнейшее развитие любого (в рамках ДСП) процесса как-то задаётся (в виде уравнений, функций распределения и т.д.). Известно, например, что в стохастике мы имеем вероятностную определённость (или не определённость), которая задаётся законами распределения. Это означает, что равновесность (неизменность) БДС в стохастике будет задаваться неизменностью параметров функций распределения $f(t)$. Иными словами результат опыта мы не знаем (до опыта), но $f(t)$ можно определить после повторения опыта. В ТХС динамика БДС неповторима!

4. Базовый принцип ТХС – самоорганизация с внешним управлением

Для сложных биосистем (complexity) начальное состояние (значение $x(0)$) для ВСБ не может быть воспроизведено (или повторено) сколь угодно большое число раз, т.к. это всегда единичное событие, которое нельзя точно повторить. Это означает полную неопределённость даже начального состояния биосистемы, т.е. $x(0)$ для ВСБ. Мы уже говорили о мерцании ВСБ в ФПС и об отсутствии информации, которая якобы содержится в любом конкретном значении ВСБ, а дальнейшие значения ВСБ полностью не определены. Однако, параметры квазиаттрактора, его траектория движения в ФПС и

возможное конечное состояние определяется все-таки телеологически (но тоже не точно). При этом было постулировано, что достижение конечного КА человеком и человечеством может быть получено только за счёт внешних управляющих воздействий (ВУВов).

Эти ВУВы в эволюции БДС, в траектории движения ВСБ в ФПС могут иметь огромное значение, даже большее, чем правила и законы самоорганизации. Поясним эту мысль на конкретном примере из медицины. Организм человека живёт и эволюционирует по своим, внутренним законам и принципам самоорганизации. Однако, в жизни организма бывают внутренние сбои или внешние катаклизмы, которые резко изменяют параметры КА. Эти изменения могут быть катастрофическими для организма, т.е. жизнь человека может оборваться, поэтому ВУВы в этих случаях должны играть решающую роль. Самоорганизация (внутренние резервы) может не справиться с начавшимися изменениями в организме. Такое довольно часто происходит как для организма отдельного человека, так и на уровне биосферы Земли в целом.

Именно в таких трагических для организма ситуациях, нужны ВУВы со стороны медицины, иначе будущее для такого организма не наступит, организм закончит своё существование. Итог таких ситуаций: кроме запрограммированной самоорганизации нужны ВУВы, особенно в критических для БДС случаях, иначе эволюция организма прервётся и он не дойдёт до своего

теологически определённого аттрактора. Нечто подобное для отдельного человека мы имеем и для всего человечества, и для всей биосферы Земли, т.к. мы для всех таких систем имеем фрактальное подобие. Человечество, как и человек, движется к своему аттрактору, которое мы уже обозначили в виде знаниевого, синергетического, постиндустриального общества – ЗСПО. Для повышения надёжности попадания в этот аттрактор мы должны запараллелить наши цивилизации в космосе. Для достижения такого аттрактора нужны ВУВы, знания и осмысления законов такой эволюции, однако, на Земле пока этого нет, простые люди и руководители государств весьма далеки от этих понятий. Многие просто заняты выживанием, удовлетворением своих биологических потребностей. Например, США это делает в масштабах всего государства и за счет других стран и народов. Это не способствует развитию человечества.

Сейчас в мире имеется доминантная форма глобального авторитарного общества в виде модели США, которое не приближает человечество к ЗСПО. Наоборот, мы даже отдаляемся от необходимого нам аттрактора (в виде знаниевого, синергетического, постиндустриального общества) и тем самым усугубляем трагизм нашего существования, т.к. планетарная катастрофа может возникнуть внезапно, а знаний для борьбы с ней нам будет не хватать (мы их не накопили в должной мере, благодаря модели США, и время потеряли). В общем, человечество сейчас подобно больному человеку, который не желает

слушать врачей (учёных-синергетиков) и усугубляет свою болезнь (ведь для каждого индивидуума конец неизбежен). У нас нет сомнений в катастрофическом терраформировании (по разным причинам) нашей Планеты, вопрос только когда и как это делать и сможет ли человечество вообще сделать что-то для себя?

Аналогичная фрактальная закономерность имеется и в педагогике, где тоже нужны ВУВы для каждого обучаемого и для всей педагогической системы в целом. Здесь тоже имеется фрактальная закономерность, как и для одного отдельного человека. Всё подобно, т.к. это всё complexity и для них нужны ВУВы, а они требуют знаний. Необходимо искусственно создавать ЗСПО, т.к. оно самостоятельно не возникнет, а развитием образования (как кластером ЗСПО) тоже нужно управлять умело, со знаниями. Сейчас же в РФ ВУВы в этой области ведут к тупиковой модели общества потребления (Китай пытается этого избежать).

Таким образом, и в биологии (для БДС в норме, в условиях естественного старения и смерти), и в медицине (в условиях патологии), и в общей динамике развития педагогики, системы накопления и передачи знаний, а также в общей динамике развития человечества мы имеем постоянные тактическую и стратегическую неопределённости (нестационарности или неустойчивости). И если от тактической неустойчивости избавиться никак не представляется возможным, т.к. это базовое свойство любой синергетически организованной

“complexity”, то от нестационарности и неопределённости стратегической (связанной с постоянной эволюцией БДС и эта эволюция должна быть направлена на достижение неизвестного квазиаттрактора) не только можно, но и нужно избавляться с помощью научно обоснованных ВУВов. Именно это имели в виду В.С. Стёпин и С.П. Курдюмов, когда говорили о конструируемом будущем. Неоднократно на это указывал и Г. Хакен в своих статьях и выступлениях. Для автора настоящего сообщения это – догма!

Стратегическая неопределённость требует задания ВУВов для целенаправленной эволюции и попадания в планируемый (теоретически обоснованный) аттрактор. Люди, которые так живут в любом обществе называются умными людьми, а общество которое планирует и конструирует своё будущее, называется знаниевым обществом. С этих позиций в настоящее время трудно назвать то или иное государство знаниевым обществом (высокоинтеллектуальным), т.к. практически сейчас уже ни одна страна в мире не имеет чётких представлений о своём стратегическом конечном аттракторе. При этом никто даже не намекает на необходимость перехода в ЗСПО, как конечный аттрактор человечества [6, 9, 10, 12], хотя в идеологии СССР это как-то (в искаженном виде, правда) присутствовало. Однако, форма перехода в ЗСПО (без личной собственности) пугала всех в СССР (а Китай это не пугает, и это стратегически верно), хотя это не является параметром порядка.

Марксизм-ленинизм слишком много сил и внимания уделял этому. В реальности многое зависит от конкретных личностей, от образованности общества и от общих целей каждого человека и общества в целом. Сейчас многое доминирует над общественным. Руководители СССР тоже этим страдали и были эквивалентны нынешним руководителям РФ. Личное превалирует над социальным – этот закон был и в СССР и в современной России. А это все сводится к одной проблеме в рамках ТХС: что для человека является параметрами порядка (его жизнь или выживание человечества)?

В настоящее время люди и государства живут только тактическими задачами. Эти задачи сводятся к одной – задаче общества потребления: выжить любой ценой и любой ценой добиться повышения качества жизни своих сограждан. При этом такая бессознательная, фактически, задача, в целом, направлена на решение неосознанной стратегической задачи: переход в ЗСПО. Обусловлено это тем, что это общество будущего требует, чтобы менее 10% взрослого населения обеспечивали всем необходимым остальные 90%, которые должны работать в сфере знаний (создавать, хранить, распределять, внедрять в производство новые знания). Инстинктивное движение к лучшей жизни действительно приближает любое общество и человечество в целом к ЗСПО, т.к. усиливают автоматизацию производства и освобождают людей от материального труда, дают им возможность создавать

и получать новые знания. Но на пути этой эволюции к ЗСПО возникло стагнированное общество потребления (идеал для США и её союзников). Именно такое общество (потребления) не воспринимает все пять принципов В. Эбелинга (США не подписывает киотское соглашение), и такое общество тормозит переход в ЗСПО для всего человечества. Общество потребления в принципе не может выполнить 5 принципов (заветов) В. Эбелинга, которые являются одним из необходимых кластеров знаний и условий перехода в ЗСПО (наряду с информационным изотропизмом).

В настоящее время эволюция отдельных стран и человечества в целом в направлении к ЗСПО поставлено под угрозу, т.к. общество потребления – тупиковая ветвь эволюции вида *H. Sapiens*. Однако, ничего альтернативного и продуктивного этому типу общества ни одно правительство, ни одной страны сейчас представить не может. Вариант СССР и им подобных социумов – конгломерат из детерминистского (авторитарного общества) по политической системе, технологического (стохастического) общества по типу производства и ЗСПО по целям и идеологии. Однако, если долго говорить слово сахар, то стакан чая сладким не станет. Со стороны руководителей КПСС отсутствовало понимание смысла ЗСПО и поэтому СССР совершало различные социальные и политические зигзаги вместо направленного движения в ЗСПО. Из-за политического догматизма СССР слабо двигалось в идеологически декларируемое светлое будущее, чем и

отличалось от современного Китая, который реально накапливает экономическую мощь, декларирует переход в ЗСПО идеологически, экономически и социально. Китай взял правильный курс, избавившись от пресловутого вопроса о формах перехода, взяв за основу создание ВУВов для попадания в ЗСПО. Для Китая сейчас важен результат, а в СССР больше думали о самом процессе перехода (как перейти). Аналогичная ситуация сейчас происходит и с индивидуальной медициной. Персонализация в медицине – дорогое удовольствие и поэтому вся медицина декларирует необходимость индивидуализации, но реально делается очень мало.

Итак, “мерцание” векторов состояний БДС, организма человека в целом, векторов состояния любого государства и человечества вместе с биосферой Земли непрерывно продолжается. Какая-то эволюция на уровне государств и народов происходит, но без ускорения и при этом черепашью шагом мы движемся в ЗСПО. Однако, отсутствует чёткое понимание общих законов перехода в аттрактор ЗСПО, а на пути этой эволюции стоит общество потребления. Это очень серьёзный барьер для такой эволюции, который подобен смерти для отдельного человека. Это нельзя перешагнуть и не обойти, а преодолевать это препятствие для всех нас будет крайне тяжело. Жизнь отдельного человека и жизнь человечества – самоподобны и подчиняются единым законам эволюции живого: усложнение, накопление информации, снижение энтропии. Модель общества

потребления – модель высокоэнтропийного процесса эволюции человечества, она противоестественна и об этом уже четко сказал В. Эбелинг в своих пяти заветах! Улучшение качества жизни населения США – это усиление энтропийных процессов и в США, и в мире. Жить надо не по средствам (денег в США печатают много), а по уму! Необходимо автокаталитически накапливать знания и изотропически их распространять [6]. Перейти в ЗСПО придётся всему человечеству, но в этом процессе перехода могут быть и лидеры (бережливые, например, низкоэнтропийный Китай).

В целом, тактическая неопределённость в виде мерцания для “complexity” и стратегическая неопределённость в виде телеологической эволюции к некоторому конечному аттрактору – это две стороны одной медали (нестабильность (или неопределённость) неустойчивой устойчивости под названием жизнь). В силу фрактальности динамик поведения организма человека, экосистем, государств и цивилизаций в целом, понимание общих закономерностей развития систем, которые можно обозначить как живые системы (а это отдельный человек, человечество, биосфера Земли), становится крайне необходимым как для общей теории систем, так и для понимания и реализации основных законов третьей парадигмы и для отдельного человека, и для человечества, и для биосферы Земли в целом. Но для этого нужны знания и осмысленные ВУВы (медицина для человека, третья парадигма для

человечества). Попадание в аттрактор ЗСПО не детерминировано, в мире всем правит хаос, а самоорганизации в виде живого должно с ним бороться путём своего усложнения, структурирования, уменьшения энтропии и резкого увеличения собственной информации – накопления и распределения знаний. В РФ сейчас нет понимания важности и трагичности этой мировой задачи и тем более локальной задачи перехода в ЗСПО для России. Россия “во мгле” как в 20-х годах! Отсюда и возникают проблемы в социальном развитии. Но это тема уже другого сообщения. Сейчас же мы представили общие биофизические закономерности в определении жизни, живого. Это формальный подход, который количественно описывается квазиаттракторами.

Литература

1. Ebeling W., Erdmann U., Dunkel J., Jenssen M. Nonlinear dynamics and actuations of dissipative Toda chains // J. Stat. Phys. – 2000. – 101 (1/2) – pp. 443-457.
2. Ebeling W., Sokolov I.: Statistical thermodynamics and stochastic theory of nonequilibrium systems, World Scientific, Singapore. 2005.
3. Eskov V.M. Models of hierarchical respiratory neuron networks // Neurocomputing. – 1996. – № 11, pp. 203-226
4. Eskov V.M., Eskov V.V., Braginskii M.Ya., Pashnin A.S. Determination of the degree of synergism of the human cardiorespiratory system under conditions of physical effort // Measurement Techniques. Medical

- and Biological Measurements. 2011. – v. 54 (7), p. 832-837
5. Eskov V.M., Eskov V.V., Filatova O.E. Characteristic features of measurements and modeling for biosystems in phase spaces of states // Measurement Techniques. Medical and Biological Measurements. 2011. – v. 53 (12), p. 1404-1410.
 6. Eskov V. M., Eskov V.V., Filatova O.E., Filatov M.A. Two types of systems and three types of paradigms in systems philosophy and system science // Journal of Biomedical Science and Engineering. – 2012. – Vol. 5, №10 – pp. 602-607.
 7. Eskov V. M., Khadartsev A.A., Eskov V.V., Filatova O.E., Filatova D.U. Chaotic approach in biomedicine: Individualized medical treatment. // Journal of Biomedical Science and Engineering. – 2013. – Vol. 6, №10 – pp. - .
 8. Eskov V. M., Khadartsev A.A., Filatova O.E. Quantitative Registration of the Degree of the Voluntariness and Involuntariness (of the Chaos) in Biomedical Systems. // Journal of Analytical Sciences, Methods and Instrumentation – 2013. Vol.3 – pp. 67-74.
 9. Mainzer K. Thinking in complexity: the computational dynamics of matter, mind and mankind. New York, Berlin. Springer. 2007. 482 p.
 10. Penrose R. Newton, quantum theory and reality. In: Hawking, S.W. Israel, W.: 300 Years of Gravity. Cambridge University Press: Cambridge. 1987.
 11. Prigogine I.R. The Die Is Not Cast // Futures. Bulletin of the World Futures Studies Federation. – 2000. – Vol. 25. No.4. – P.17-19.
 12. Wallerstein I. The end of the world as we know it: social science for the twenty- first century. Minneapolis, MN: University of Minnesota Press. 1999., 277 p.
 13. Walter G.G. On complex eigenvalues of compartmental models // Mathematical Biosciences. 1985. – Vol.75 – pp.143-157.
 14. Weaver W. Science and Complexity // American Scientist. New York City. – 1948. – Vol.36.–P.536-544.

**THERMODYNAMICS AND
SYNERGETICS IN INVESTIGATION
OF ALL LIVING THINGS AND
EVOLUTION OF INTELLIGENT
LIFE FORM**

Eskov V.M.

According to new theory of chaos-selforganization. It was presented some critical analysis of “life – living system”. The basic properties of such synergetic complexity according to I.R.Prigogine, Russian biophysics school, synergetic approaching and some new authors approaching as theory of chaos and synergetics – TCS were presented too. Some experimental examples were illustrated according to TCS.

Key words: *reductionism, non-equilibrium equilibrium.*