

II. ФИЛОСОФИЯ И ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ В ОБЩЕЙ ПОСТНЕКЛАССИЧЕСКОЙ ПАРАДИГМЕ

DOI: 10.12737/article_59df76db3a6b33.94271886

ТРЕТЬЕЯ ПАРАДИГМА И ДЕТЕРМИНИСТСКО-СТОХАСТИЧЕСКАЯ НАУКА

В.М.ЕСЬКОВ¹, Г.С.КОЗУПИЦА², Л.И.ШЕЛИМ¹

¹БУ ВО Ханты-Мансийского автономного округа – Югры «Сургутский государственный университет», г. Сургут, пр. Ленина, д. 1, г. Сургут, Россия, 628400

²Центр медицины и валеологии «ЛИТТЛ», ул. Гагарина, 18, Самара, Россия, 443079

Аннотация. Параметры квазиаттракторов, расчет матриц межаттракторных расстояний для различных групп испытуемых (или больных с различной тяжестью заболевания) сейчас активно используется в медицине, физиологии, психологии. Количественные характеристики непрерывного хаоса – важные диагностические параметры состояния любых сложных биосистем. Эти системы обладают 5-ю свойствами, которые их существенно отличают от физических и химических систем.

Ключевые слова: третья парадигма, квазиаттракторы, диагностические параметры, теория хаоса-самоорганизации, биосистемы.

THE THIRD PARADIGM AND THE DETERMINISTIC STOCHASTIC SCIENCE

V.M.ESKOV¹, G.S.KOZUPITSA², L.I.SHELIM¹

¹*Surgut State University*

²*Center of medicine and valueology of "LITTL"*

Abstract. Use of quasi-attractors and calculation of distance matrixes between quasi-attractors for different groups of subkects (or patiets with severity of disease) is now common clinical, physiological, psychological practice. Quantitative characteristics of continuous chaos are significant diagnostic state variables of any complex biosystems. The homeostatic systems have 5 special property wich are very differ from properties of physical and chemical systems.

Key words: third paradigm, quasiattractor, significant diagnostic, chaos-self-organization theory, biosystems.

Введение. Успехи молекулярной биологии в целом и биофизики (на молекулярно-клеточном уровне) особо не способствуют пониманию феномена жизни. Достижения синергетики (*H. Haken*) и теории *complexity* (*I. Prigogine*) только усилили расхождения между физико-химическими представлениями о жизни и системными представлениями. Вместе с тем именно системный подход обеспечивает понимание эффектов живых объектов и особенно наиболее организованной и эволюционирующей её части – человека и человечества. Человекомерные системы обладают уникальным свойством – непрерывным, хаотическим движением многих компонент

вектора состояния (таких живых) систем $x=x(t)$. Учёт этого свойства приводит к отрицанию любых известных видов стационарных режимов (например, в виде $dx/dt=0$) и требует пересмотра понятия хаоса.

В рамках третьей парадигмы и ТХС предлагается новый подход в понимании живых систем (в виде третьей парадигмы естествознания) и новые методы изучения живых систем (в виде теории хаоса-самоорганизации). Более того, сейчас возможно выделение точек соприкосновения физики и теории хаоса-самоорганизации на основе обобщенного принципа неопределённости и ограничений на параметры квазиаттракторов. Однако,

остаётся открытым вопрос о соотношении ДСП и ТХС, о возможности использования метода и моделей ДСП в ТХС. Возникает соблазн вообще отказаться от ДСП при изучении *систем третьего типа* (СТТ), но полный релятивизм невозможен [1-7].

1. Области пересечения физики и биофизики с ТХС. Начиная с известных публикаций Иваницкого Г.Р. [7], связанных с попыткой обобщения и трактовки нового научного понимания жизни, особенностей живых систем в журналах, которые призваны эти темы освещать (УФН и Биофизика), в России открыта новая дискуссия в виде серии работ, связанных с главной темой всего естествознания – понимания человеком самого себя и других живых систем. Очевидно, что момент начала формирования нового подхода и понимания этой глобальной проблемы настал, т.к. накопилось достаточное количество новых фактов, которые создают почву для новых размышлений, теорий и понятий. В настоящем разделе следует отметить только два главных момента.

Во-первых, в американской научной печати уже появился ряд работ провокационных для *детерминистско-стохастического подхода* (ДСП) и всей традиционной науки) понятий и фактов. Речь идет в первую очередь о публикации группы ученых *Stanford University* в журнале *Nature*. Внешне публикации [1, 2] и [3] – это разные работы, но речь идет об одном – о реальности СТТ, которые существенно отличаются от традиционных ДСП-систем, изучаемых в физике, химии, технике. Официального признания реальности СТТ автор этих строк добивается вот уже на протяжении 40 лет, но пока особых успехов на этом пути не достигнуто. Однако, вслед за признанием СТТ как со стороны биофизиков, так и со стороны ученых в области «чистой» физики, химии, техники (т.е. ДСП-наук), должны последовать два других вопроса и ответы на них: «Как описывать, моделировать такие системы?» и «Имеет ли это все (реальность СТТ и их модели) какое-либо прагматическое (практическое) значение?». Последние 20-30 лет автор

настоящего сообщения вместе со своими коллегами на многочисленных примерах демонстрирует положительные ответы на все три вопроса. Очевидно, что наши усилия, усилия биофизиков России, совместно с американскими коллегами, которые пытаются встать на позиции признания СТТ, должны привести к определенному научному результату. Подчеркну, что взаимоотношения с физикой – это наиболее сложная и принципиальная проблема, т.к. признание реальности СТТ со стороны представителей ДСП положило бы начало активного изучения СТТ всем мировым сообществом (и не только учёными в области физики, химии и техники).

Во-вторых, расширяется круг ученых, которые демонстрируют ограниченность и даже невозможность применения ДСП для описания СТТ, их особых свойств и динамики поведения. В первую очередь следует отметить серии работ Г.Р. Иваницкого и его коллег по проблеме *биолого-иерархического отбора* (БИО) и моделей возникновения хаотических структур в жидких средах (теплофизика камер, инфракрасные картины мира, модели хаотической эволюции в системах с памятью) [4,5]. Вся серия этих работ связана с важнейшей проблемой эволюции живых систем, эволюцией, направленной на усложнение, на упорядочивание. Проблема возникновения порядка из хаоса очень волновала и И.Р. Пригожина [20], однако нобелевский лауреат не уделял особого внимания самоорганизации (самоструктурированию, которое Г.Р. Иваницкий и его коллеги демонстрирует уже на уровне молекул воды и далее на уровне кристаллогидратов). Однако, на это еще 65 лет назад обратил внимание *Warren Weaver* [8], но дальнейшего продолжения усилия этого ученого не получили – организованная сложность остается не изученной и в настоящее время с позиций ДСП-науки. Остаются одни декларации.

Известная дискуссия между синергетикой (*H. Haken*) и *complexity* (*I.R. Prigogine*) в рамках разрабатываемой нами сейчас третьей парадигмы [19] и

теорией хаоса и самоорганизации (ТХС) – это иллюзия противоречивости, т.к. и Хакен, и Пригожин оставались в рамках понятий и определений ДСП [9-13]. В разрабатываемой сейчас ТХС нами постулируется, что хаос – это главнейшее свойство живых систем, равно как и самоорганизация, а вместе они образуют жизнь как антиэнтропийный процесс (по крайней мере, здесь энтропия ведет себя иначе, чем в ДСП-системах). Хаос и порядок (за счет самоорганизации), определенность и неопределенность, предсказуемость и принципиальная непредсказуемость (для живых систем) – все это составляет основу нового подхода, который должна развивать и биофизика, и физика (как фундамент науки о живых системах), и новые научные направления, которые мы определяем как теорию хаоса-самоорганизации [9-13]. Именно на это обращал внимание и *M. Gell-Mann* в своем известном выступлении по проблеме непредсказуемости. **В чем же заключается сходство и отличие СТТ (сложных биосистем) от традиционных физических, химических и технических систем?**

Попытки выделить и описать СТТ [9-13] производились давно. Если не считать (об этом уже было сказано выше) ученых древней Греции (все течет, все изменяется) и Китая (Конфуций и даосизм), то все разработчики общей теории систем (А. Богданов, Т. Котарбинский, Л. фон Берталанфи, Н. Винер и др.) многократно пытались формализовать описание СТТ, т.к. без этих систем нет живой природы, нет социумов, общества, нет теории сложных систем. Наиболее кратко и футурологически верно всю эту ситуацию описал *Warren Weaver* в своей выдающейся по качеству прогноза статье «*Science and Complexity*» [8]. Однако, за прошедшие 69 лет с момента ее опубликования ничего в науке существенного не произошло (в плане глобализации и всеобщего признания). Именно об этом говорилось в журнале «*Emergence: Complexity and Organization*» в память об этом выдающемся учёном, которого можно

поставить в один ряд с Шэнноном и Пригожиным. Все современные достижения в изучении *complexity* остаются в рамках ДСП, а решение трёх задач, указанных во введении (признание СТТ, создания их моделей и возможности прогноза, практического внедрения ТХС и других технологий на базе СТТ), остается без внимания. Возникает вопрос: это постоянное состояние всей нашей российской биологической (биофизической) науки? Таков удел всех наших достижений (вспомним непризнанные приоритеты в области изучения автоволновых процессов, алгоритма обучения нейроэмуляторов и т.д.)? Мы что-то создаем и демонстрируем первыми, а потом приоритеты отдаются другим?

Ответы на эти вопросы мы увидим в ближайшем будущем, а сейчас рассмотрим в чем принципиальное отличие СТТ от ДСП-систем. При этом не будем детально останавливаться на особых свойствах СТТ и их 13-ти отличий от ДСП-объектов, т.к. все это было уже изложено в предыдущих работах авторов и их коллег, а выделим принципиальный момент, связанный с понятием науки вообще и борьбой с ненаукой в частности. И.Р. Пригожин в своем обращении к потомкам [19] указывал, что наука не занимается уникальными системами. С позиций ДСП (и третьей парадигмы, которая все это систематизировала [1-10]) следует, что наука занимается повторяющимися, воспроизводимыми объектами, процессами, системами, которые можно описывать формальным аппаратом (наука требует моделей и математики) и на основе этих первых трех принципов (научности знаний) наука должна обеспечить прогноз будущего (при этом не отрицается возможность релятивизма, т.е. отрицания предыдущих моделей, теорий, прогнозов) [2-13].

Все эти пять принципов или свойств (повторяемость, воспроизводимость, формализация (моделируемость), прогнозируемость и релятивизм) являются необходимыми атрибутами любых научных

знаний, а уникальные процессы, действительно, под это все не попадают. Однако, они, т.е. уникальные системы и процессы, реально существуют и они преобладают в природе (это все живые и социальные системы, биосфера Земли, Вселенная). ДСП-системы не столь всеобщы и существуют локально (вообще говоря, в пределах наших допущений). При этом для СТТ отсутствует любая возможность произвольного (по желанию экспериментатора) или непроизвольного (повторяющиеся самостоятельно процессы в природе) воспроизведения не только промежуточных, но и конечных значений вектора состояния системы (ВСС) $x=x(t)=(x_1, x_2, \dots, x_m)^T$ в фазовом пространстве состояний (ФПС), а также и любого начального состояния $x(t_0)$. Иными словами, ни $x(t_0)$, ни $x_i(t)$, как любые промежуточные значения ВСС, ни конечное состояние $x(t_k)$ для СТТ не повторимы и не воспроизводимы в принципе. Все это их существенно отличает их от систем, изучаемых в физике, химии, технике. Однако, уже в рамках компартиментно-кластерной теории биосистем (ККТБ) удалось создать новую теорию устойчивости биосистем, теорию идентификации степени синергизма в БДС и три новых метода идентификации параметров порядка (они отсутствуют в ДСП полностью) [15-21].

Для СТТ справедлив 2-й постулат ТХС: любое конкретное состояние биосистемы (точка в ФПС) произвольно не повторимо и не воспроизводимо. Более того, любое $x_i(t)$ не прогнозируемо, а это уже свойство хаотических систем, как отмечал *M. Gell-Mann*. Неповторяемые и невозпроизводимые системы с хаотической динамикой движения ВСС в ФПС не являются объектом моделирования в ДСП (здесь необходимо иметь возможность воспроизведения хотя бы начального состояния ВСС ($x(t_0)$)). Второй постулат ТХС (или свойство непрерывного мерцания) принципиально отделяет СТТ от ДСП, но еще больший водораздел составляет свойство самоорганизации, которое обеспечивает хаотическую

динамику ВСС в пределах определенных объемов V_G фазовых пространств состояний.

Эти V_G мы представляем как квазиаттракторы (КА) и они являются количественной характеристикой не только поведения, но и конкретного состояния СТТ. Более того, КА могут описывать эволюцию СТТ в ФПС, а это пока в ДСП не осуществляется. На базе понятия КА мы вводим в ТХС некоторые аналоги принципа неопределённости Гейзенберга, общеизвестного в физике элементарных частиц, которые всё-таки в физике можно описывать стохастическими функциями (в отличие от СТТ, где стохастика не эффективна) [15-21].

В ТХС постулируется, что долго удерживать биосистему в пределах КА невозможно (из-за 3-го свойства СТТ – эволюции), т.к. сами КА хаотически движутся в ФПС (это движение образует макрохаос или хаос второго рода в других временных интервалах) [15-21]. Одновременно, любая СТТ имеет компартиментно-кластерную структуру, которую на молекулярном уровне с 1982 г. развивает Г.Р. Иваницкий с коллегами, вводя понятия иерархичности и дискретности в правило БИО (биолого-иерархического отбора) и с 1969 *H. Haken*, развивая синергетику для макросистем. Специально для первого постулата *H. Haken* (мы не работаем с отдельными элементами системы, а только с пулами (кластерами, компартаментами)) Еськовым В.М. была разработана ККТБ [2-8], которая математически реализовала только один (первый) принцип ТХС из всех пяти, которые декларируются в рамках третьей парадигмы [8-12]. Однако, реализация только этого принципа обеспечила получение целого ряда новых результатов в идентификации стационарных режимов СТТ, свойств их синергизма, параметров порядка и ряда других свойств, которые сейчас отсутствуют в ДСП для описания *complexity* [2-10, 15-21].

В целом, эти пять принципов (или свойств СТТ) в виде: компартиментно-кластерной организации,

glimmeringproperty, эволюции, телеологичности и возможности выхода за пределы 3-х сигм (имеются примеры выхода за 20 сигм) – все эти базовые пять свойств приводят физику и биофизику к необходимости признания реальности СТТ. Эти пять свойств, их отличия от ДСП-систем, требуют особых теорий и моделей для описания и прогноза СТТ. В рамках третьей парадигмы и разрабатываемой сейчас ТХС, такие модели строятся и используются в практической работе врача, биолога-исследователя. Основу здесь составляет расчет параметров порядка, которые в медицине можно трактовать как наиболее важные диагностические признаки x_i , составляющие координаты ВСС $x=x(t)=(x_1, x_2, \dots, x_m)^T$. Последний находится в непрерывном и хаотическом движении в пределах некоторых ограниченных объемов ФПС, которые, в разрабатываемой ТХС определяются как КА. Как вводятся эти понятия и в чём их отличия и сходство с общепринятыми в физике понятиями? На эти вопросы кратко ответим в этом сообщении, но более подробно можно ознакомиться в ряде специальных публикаций ряда авторов [2-10, 15-21].

2. Основные принципы организации СТТ. Итак, в рамках ТХС сейчас постулируется непрерывное хаотическое движение ВСС в ФПС, но за счет самоорганизации биосистем это движение происходит в пределах КА. Смысл КА несколько подобен смыслу частоты $P \times (A)$ события A , которая как-то может представлять вероятность события A , т.е. $P(A)$, но в рамках теоремы Бернулли это представление весьма приблизительное (особенно при малых выборках). Для нормального распределения частота $P \times (A)$ сходится по вероятности к вероятности $P(A)$. Однако, если в рамках ДСП число испытаний мы можем повторять сколь угодно большое число раз n (т.е. $n \rightarrow \infty$), то в ТХС биосистема не может долго находиться в пределах одного КА.

С течением времени сам КА, его параметры эволюционируют вместе с эволюцией самой биологической

динамической системы (БДС). Эта эволюция (движение КА в ФПС) носит хаотический характер и в ТХС мы постулируем наличие двух видов хаоса (двух темпоральных видов): как кратковременное мерцание (микрохаотическое движение ВСС в ФПС за период времени τ) в пределах краткосрочного КА, а на больших интервалах времени $T(T \gg \tau)$ как эволюцию КА в ФПС, при которой конечное состояние биосистемы полностью не определено (нет информации о моменте прекращения жизни объекта, о его состоянии перед смертью). При этом сам КА «дрейфует» в другие области ФПС и этот дрейф демонстрирует макрохаотическую динамику СТТ [15-21].

В целом, для любых живых организмов невозможно повторить дважды не только конечное состояние $x(t_k)$, но и любое начальное состояние $x(t_0)$. Все БДС являются уникальными системами, о которых И.Р. Пригожин говорил как об объектах, не изучаемых наукой [19]. Однако, сейчас в рамках ТХС мы такие СТТ изучаем, описываем параметрами КА и изучаем динамику эволюции этих КА в ФПС на больших интервалах времени T . В этой связи возникают уже указанные выше базовые вопросы: как ТХС связана с традиционной ДСП-наукой, имеются ли какие-либо отличия между физикой, химией, техникой и ТХС? Для ответа на этот вопрос достаточно рассмотреть два базовых понятия квантовой физики: определенность (или неопределенность) и прогнозируемость (или непрогнозируемость) [2-7, 15]. Рассмотрим первую часть вопроса о связи ДСП и ТХС или имеются ли **физические аналогии в теории хаоса-самоорганизации?**

В своем известном выступлении *I.R. Prigogin* [19] акцентировал внимание на возможности прогнозируемости (или непрогнозируемости) в динамике сложных систем. При этом в квантовой механике имеются принципиальные ограничения на динамику поведения сопряженных (для биосистем – это обычные фазовые координаты x_i любого ВСС) физических

величин в виде условия неопределенности Гейзенберга. Например, для фазовых координат в виде координаты частицы $x_1=x$ и ее скорости $x_2=dx/dt$ в фазовом пространстве вектора $x(t)=(x_1, x_2)^T$ мы имеем нижнюю границу $\Delta x_1 \times \Delta x_2 \geq h/4\pi$, если для данной частицы её массу условно нормировать ($m=1$). В терминах ТХС это означает наличие некоторого объема ФПС – КА, площадь которого ограничивает движение x_1 и x_2 снизу за счет особых свойств элементарных частиц (их неопределённости, которая характерна и для СТТ).

Для БДС мы также имеем сходные ограничения, но обычно и снизу, и сверху, т.е. существуют нижние границы квазиаттрактора $\Delta S_{min} = \Delta x_1^1 \times \Delta x_2^1$ и верхние границы квазиаттрактора $\Delta S_{max} = \Delta x_1^2 \times \Delta x_2^2$. Нижние и верхние границы КА определяют динамику поведения конкретного объекта (биосистемы) и они являются характеристикой самого биообъекта. При этом теряется универсальность, свойственная физическим объектам (принцип неопределенности универсален для всех элементарных частиц). В ТХС постулируется: все биосистемы уникальны и для них необходимо определять индивидуальные параметры (КА, их динамику изменения). Иными словами, биофизика отличается от физики индивидуальностью систем, но понятие КА можно ввести и в физике, и в биофизике. Всегда для биосистем можно определить объемы фазовых пространств, внутри которых происходит непрерывное хаотическое движение вектора состояния конкретной биосистемы. И если в физике компонентами этого вектора могут быть сопряженные величины (например, координата положения частицы $x_1=x(t)$ и ее скорость $x_2=dx_1/dt$ при условии, что массу конкретной частицы гипотетически мы нормируем, т.е. $m=1$), то для БДС мы имеем множество примеров такого же фазового пространства с координатами x и dx/dt . В частности, для треморограмм, электрокардиограмм, электроэнцефалограмм и электромиограмм мы вводим $x(t)=(x_1, x_2)^T$ в виде аналогий

обобщенной координаты (x_1) и скорости (x_2). Для многих других типов ФПС мы повышаем размерность фазового пространства ($m>2$) и получаем некоторый критический (ограничивающий) объём граничного КА в виде произведений Δx_i :

$$V_G = \prod_{i=1}^m \Delta x_i \quad (1)$$

Во многих случаях координатами ФПС могут быть просто биохимические параметры крови или других биологических жидкостей, параметры гомеостаза в целом. Любые параметры ВСС, которые характеризуют гомеостаз организма человека могут образовывать m -мерное фазовое пространство состояний, внутри которого мы будем наблюдать хаотическое и непрерывное движение ВСС. При этом для каждого организма и для каждого особого состояния этого организма (находящегося в состоянии нормогенеза гомеостаза или в состоянии патогенеза) мы будем иметь свои константы ограничения на параметры КА (объемы ФПС, внутри которых хаотически движется ВСС). При этом КА будет являться некоторым аналогом частоты события $P \times (A)$, но истинный аттрактор ВСС мы никогда не определим из-за эволюции БДС.

Хаос БДС фундаментален, но параметры этого хаоса в виде констант V_G являются реальными характеристиками физического (психического, экологического) состояния любой функциональной системы организма человека и гомеостаза в целом.

Сохраняя идеологию квантовой физики в виде ограничений на размеры аттракторов ($\Delta x_1 \times \Delta x_2 \geq h/4\pi$), мы для каждой БДС будем иметь свои особые значения аналогов $h/4\pi$, которые мы сейчас будем обозначать как V_G . Эти значения V_G (константы БДС для их конкретного состояния) при этом будут характеристиками постоянными, т.е. они будут характеризовать данный организм (конкретный ВСОЧ) и условия, в которых данная БДС находится. Это не универсальные физические константы, а постоянные величины для данного организма, находящегося в данных физических, химических, экологических

условиях (или в данных условиях нормогенеза или патогенеза). Сколько человек на Планете, столько будет таких биоконстант V_G для каждой особой биосистемы (системы регуляции тремора, состояния мозга данного человека – его электроэнцефалограммы, его электромиограммы, его биохимических показателей крови). С этого начинается индивидуальная медицина, психология, физиология, экология человека.

Ограничения на параметры КА для реальных БДС при этом мы будем накладывать не только снизу, но и сверху, т.е. можем представлять две константы V_{Gmin} и V_{Gmax} , если БДС претерпевает какие-либо внутренние изменения. Например, по конкретной треморограмме мы всегда можем указать верхнюю границу $\Delta x_1 \times \Delta x_2 < V_{Gmax}$. Однако, при этом будет существовать и нижняя граница в регистрируемой треморограмме, т.к. Δx_1 и Δx_2 не могут принимать нулевые значения, $\Delta x_i \neq 0$. Нулевые значения интервала любой фазовой координаты x_i любой БДС обозначает переход от жизни к смерти, когда все градиенты выравниваются и организм становится обычным термодинамическим объектом (достигает максимума энтропии) [7-13]. При этом будет $dx/dt=0$, что для СТТ невозможно!

Стремление к термодинамическому равновесию – базовое свойство физического тела, а живые системы, конкретно СТТ, должны уходить от таких стационарных значений. Для живых БДС энтропия S должна минимизироваться, а число управлений, сложность и упорядоченность (за счет самоорганизации) должны нарастать, как это отмечает и Г.Р. Иваницкий [7]. Чем больше внутренних связей и управляющих контуров, тем сложнее система и тем дальше она отстоит от термодинамического равновесия, особенно если эта система обладает памятью [1-8]. Неравновесность, хаос вместе с самоорганизацией, нарастанием сложности и числом внутренних связей и состояний – это характеристики жизни. Рекордсменом таких систем (с памятью!) является мозг человека, который по нашим

расчётам имеет число состояний, превышающих 10^{100} , т.к. последние годы произошла переоценка общего числа нейронов мозга (из-за мозжечка). Огромное число независимых состояний нейросетей мозга порождает огромное число (разнообразие) управляющих воздействий на эфферентные системы. Последние, в свою очередь, и сами тоже могут продемонстрировать бесконечное (собственное) разнообразие своих состояний и поведения ВСС в ФПС. Хаос нейросетей мозга (но в пределах КА), как систем управления, порождает хаос в управляемых системах и никакой определённости и прогнозируемости мы для СТТ получить в принципе не можем. В этом заключается некоторая общность с динамикой поведения элементарных частиц: аттракторы известны, но конкретное состояние не имеет смысла, а состояние покоя, когда $dx/dt=0$, для частицы не достижимо, как и для любой СТТ (всегда $dx/dt \neq 0!$). Недостижимость абсолютного нуля в физике является ещё одним аналогом для биосистем, т.к. для них абсолютный покой (в виде $dx/dt=0$) соответствует смерти организма – потери свойств живого. Сложные живые системы должны находиться в непрерывном движении по своим фазовым координатам, но в пределах КА. Представим практические примеры использования такого подхода.

3. Параметры квазиаттракторов в биомедицине: диагностика и прогноз.

Поскольку в рамках нового подхода (ТХС) мы доказываем существование непрерывного хаотического движения вектора состояния $x=x(t)$ любой сложной биосистемы, в том числе и биомеханической системы, как сложной системы (*complexity*), то это означает отсутствие стационарных режимов биосистем в принципе (т.е. $dx/dt \neq 0$ всегда) и принципиальной невозможности любого произвольного движения. Например, человек пытается удержать руку с пальцем, к которому прикреплена металлическая пластина, взаимодействующая с токовыхревым датчиком, но стационарный

режим (в виде $dx/dt=0$) не осуществим для такой биосистемы. Это означает, что произвольное движение (в данном случае произвольное удержание пальца в точке пространства) не может быть в принципе реализовано произвольно – оно реализуется хаотически, в виде $dx/dt \neq 0$. Аналогично мы имеем картину хаотической динамики и при теппинге, когда испытуемый в максимальном по скорости режиме совершает периодические колебательные движения пальцем. По цели теппинг – это произвольное движение, но по реализации – характерный пример хаотического движения. В целом, в рамках ТХС, мы сейчас постулируем непрерывную хаотическую динамику поведения ВСС в ФПС, но в пределах КА для любых БДС.

Возникает вопрос об информационной значимости параметров измерения хаоса в таких (якобы произвольных) движениях. Целью серии таких исследований было доказательство информационной значимости измерения параметров хаоса в оценке якобы (в трактовке современной биомеханики и физиологии) произвольных движений – теппинга и на основании разрабатываемого нового метода измерений параметров движения, демонстрация клинической значимости подобных измерений для идентификации нормы и патологии. Одновременно мы демонстрируем непроизвольность любого «произвольного» движения человека!

Испытуемому предъявлялось два типа заданий по произвольному движению пальца в вертикальном направлении (теппинг). В первом случае палец испытуемого должен был касаться поверхности токовихревого датчика, который взаимодействовал с пластиной (крепится к кончику пальца). Фактически, испытуемый ударял этой пластиной по поверхности датчика и эти движения производились с максимально возможной частотой движения в вертикальном направлении. Во втором случае испытуемый не должен был касаться поверхности датчика, двигая пальцем по вертикали с максимальной частотой.

Фактически, эти два движения различаются степенью произвольности: в первом случае имеется физическое ограничение в нижней точке (из-за удара о датчик), во втором случае степень произвольности резко возрастает, здесь уже произвольно (по цели!) испытуемый ограничивает движение пальца сам как в верхней точке, так и в нижней. С физической точки зрения испытуемый имеет одну степень свободы, т.е. по оси y . Однако, движение в первом случае жестко управляется (ограничивается) в нижней точке, а во втором случае – произвольно испытуемый ограничивает движения пальца и в нижней, и верхней точке. При этом, наша экспериментальная установка прецизионно регистрирует и координату $x_1=y(t)$, и координату $x_2=dy(t)/dt$. Однако, на фазовой плоскости строились фазовые траектории, которые ограничивались прямоугольником сверху $\Delta S = \Delta x_{1max} \times \Delta x_{2max}$, где отрезки по осям x_1 и x_2 определялись как границы интервалов измерения координат x_1 и x_2 .

Исходя из принципов ТХС, которые мы изложили ранее [9-13], мы постулируем, что предельные площади КА ΔS являются индивидуальными характеристиками каждого испытуемого (они зависят и от физиологического, психического, физического состояния обследуемого). С физической точки зрения эти параметры $x(t)$ являются биологическим аналогом для принципа неопределённости Гейзенберга, когда на сопряженные координаты (x и dx/dt) вводится ограничение не сверху, а снизу. В соотношении Гейзенберга известное неравенство может быть индивидуальным для каждого объекта, если его массу m перенести в правую часть неравенства и записать:

$$\Delta x \times \Delta v \geq h/4\pi m, \quad (2)$$

где x – координата, v – скорость изменения этой координаты.

Таким образом, аналогии между квантовой механикой и ТХС весьма выразительны и они основываются на неопределённости координаты и скорости объекта, которые эквивалентны координате

и скорости изменения параметра любого биологического объекта. При этом неравенство (2) имеет выраженный индивидуальный смысл (для каждой частицы с массой m имеем свой предел аттрактора неопределённости $h/4\pi m$). Применительно к теппинугу (впрочем, и для тремора, и для любых других, якобы «произвольных», движений) мы получаем сходную картину в виде индивидуальных KAV_G .

Литература

1. Белощенко Д.В., Якунин В.Е., Потетюрин Е.С., Королев Ю.Ю. Оценка параметров электромиограмм у женщин при разном статическом усилии в режиме повторения // Клиническая медицина и фармакология. 2017. Т. 3, № 1. С. 26-31.
2. Гавриленко Т.В., Якунин Е.В., Горбунов Д.В., Гимадиев Б.Р., Самсонов И.Н. Эффект Еськова-Зинченко в оценке параметров теппинга // Вестник новых медицинских технологий. 2017. Т. 24, № 1. С. 9-14. DOI: 12737/25236
3. Гавриленко Т.В., Горбунов Д.В., Белощенко Д.В., Чертищев А.А. Теорема Гленсдорфа-Пригожина в оценке параметров треморограмм // Вестник новых медицинских технологий. 2017. Т. 24, № 2. С. 16-21. DOI: 10.12737/article_5947ca1ae38667.30772161
4. Еськов В.В. Термодинамика неравновесных систем I.R. Prigogine и энтропийный подход в физике живых систем // Вестник новых медицинских технологий. 2017. Т. 24, № 2. С. 7-15.
5. Еськов В.В. Хаос и самоорганизация в работе нейросетей мозга // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2017. Т. 11, № 1. С. 61-67.
6. Еськов В.М., Зинченко Ю.П., Журавлева О.А., Филатова О.Е. Три глобальные парадигмы естествознания и обоснование третьей парадигмы в психологии и медицине // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2017. Т. 11, № 1. С. 45-54.
7. Иваницкий Г.Р. Самоорганизующаяся динамическая устойчивость биосистем, далёких от равновесия // Успехи физических наук. 2017. Т. 187, №9. С. 757–784.
8. Майстренко В.И., Майстренко Е.В. Динамика параметров квазиаттракторов вектора состояния организма педагогов при формировании симптомов фазы «резистенции» синдрома профессионального выгорания // Вестник новых медицинских технологий. 2017. Т. 24, № 1. С. 21-28. DOI: 12737/25262
9. Зилов В.Г., Хадарцев А.А., Еськов В.В., Еськов В.М. Экспериментальные исследования статистической устойчивости выборок кардиоинтервалов // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. 2017. Т. 164, № 8. С. 136-139.
10. Филатова Д.Ю., Эльман К.А., Срыбник М.А., Глазова О.А., Волохова М.А. Матрицы парных сравнений выборок в оценке хаотической динамики параметров кардиоритма детско-юношеского населения Югры // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2017. Т. 11, № 2 С. 75-80.
11. Стёпин В. С., Еськов В.М., Буданов В.Г. Новые представления о гомеостазе и эволюции // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2016. – № 3. – С.52-58.
12. Хадарцев А. А., Беляева Е. А., Киркина Н. Ю. Система НЭБА при разных формах гипертрофии сердца // Клиническая медицина и фармакология. 2016. Т. 2, № 3. С. 32-35.
13. Широков В.А, Томчук А.Г, Роговский Д.А. Стохастический и хаотический анализ вертебрoneврологических показателей пациентов при остеохондрозе позвоночника в условиях севера // Клиническая медицина и фармакология. 2017. Т. 3, № 1. С. 34-38.
14. Betelin V.B., Eskov V.M., Galkin V.A. and Gavrilenko T.V. Stochastic Volatility in the Dynamics of Complex Homeostatic Systems // Doklady Mathematics. – 2017. – Vol. 95, No. 1, pp. 92–94.
15. Eskov V.M., Bazhenova A.E., Vochmina U.V., Filatov M.A., Pyashenko L.K. N.A. Bernstein hypothesis in the Description of chaotic dynamics of involuntary movements of person // Russian Journal of Biomechanics. – 2017. – Vol. 21, No. 1, pp. 14-23.

16. Eskov V.M., Eskov V.V., Gavrilenko T.V. and Vochmina Yu.V. Formalization of the Effect of "Repetition without Repetition" Discovered by N.A. Bernshtein // *Biophysics*. – 2017. – Vol. 62, No. 1, pp. 143–150.
17. Eskov V.M., Eskov V.V., Vochmina Y.V., Gorbunov D.V., Ilyashenko L.K. Shannon entropy in the research on stationary regimes and the evolution of complexity // *Moscow University Physics Bulletin*. – 2017. – Vol. 72, No.3. Pp. 309-317.
18. Filatova, D.U., Veraksa, A.N., Berestin, D.K., Streltsova, T.V. Stochastic and chaotic assessment of human's neuromuscular system in conditions of cold exposure // *Human Ecology*. – 2017. – №8. – pp. 15-20.
19. Prigogine I. R. The Die Is Not Cast // *Futures. Bulletin of the World Futures Studies Federation*. –2000. - Vol. 25, No. 4. -P. 17–19.
20. Zilov V.G., Eskov V.M., Khadartsev A.A., Eskov V.V. Experimental confirmation of the effect of "Repetition without repetition" N.A. Bernstein // *Bulletin of experimental biology and medicine*. 2017. Vol.1. Pp. 4-8.

References

1. Beloshhenko D.V., Jakunin V.E, Potetjurina E.S., Korolev Ju.Ju. Ocenka parametrov jelektromiogramu u zhenshhin pri raznom staticheskom usilii v rezhime povtorenija [Assesment of electromyograms parameters in women with different static physical loads during repetitions] // *Klinicheskaja medicina i farmakologija*. 2017. T. 3, № 1. S. 26-31.
2. Gavrilenko T.V., Jakunin E.V., Gorbunov D.V., Gimadiev B.R., Samsonov I.N. Jeffekt Es'kova-Zinchenko v ocenke parametrov teppinga [Eskov-Zinchenko effect in the estimation of tapping parameters] // *Vestnik novyh medicinskih tehnologij*. 2017. T. 24, № 1. S. 9-14. DOI: 12737/25236
3. Gavrilenko T.V., Gorbunov D.V., Beloshhenko D.V., Chertishhev A.A. Teorema Glensdorfa-Prigozhina v ocenke parametrov tremorogramm [The Glensdorf-Prigogine theorem in the estimation of tremorograms parameters] // *Vestnik novyh medicinskih tehnologij*. 2017. T. 24, № 2. S. 16-21. DOI: 10.12737/article_5947ca1ae38667.30772161
4. Es'kov V.V. Termodinamika neravnovesnyh sistem I.R. Prigogine i jentropijnyj podhod v

- fizike zhivyh sistem [Thermodynamics of nonequilibrium systems I.R. Prigogine and entropy approach in the physics of living systems] // *Vestnik novyh medicinskih tehnologij*. 2017. T. 24, № 2. S. 7-15.
5. Es'kov V.V. Haos i samoorganizacija v rabote nejrosetej mozga [Chaos and self-organization in the neural networks of the brain] // *Vestnik novyh medicinskih tehnologij. Jelektronnoe izdanie*. 2017. T. 11, № 1. S. 61-67.
6. Es'kov V.M., Zinchenko Ju.P., Zhuravleva O.A., Filatova O.E. Tri global'nye paradigmy estestvoznaniya i obosnovanie tret'ej paradigmy v psihologii i medicine [Three global paradigms of natural sciences and justification of the third paradigm in psychology and medicine] // *Vestnik novyh medicinskih tehnologij. Jelektronnoe izdanie*. 2017. T. 11, № 1. S. 45-54.
7. Ivanickij G.R. Samoorganizujushhajasja dinamicheskaja ustojchivost' biosistem, daljokih ot ravnovesija [Theself-organizingdynamicstabilityoffar-from-equilibriumbiologicalsystems] // *Uspehi fizicheskikh nauk*. 2017. T. 187, №9. S. 757–784.
8. Majstrenko V.I., Majstrenko E.V. Dinamika parametrov kvaziatraktorov vektora sostojanija organizma pedagogov pri formirovanii simptomov fazy «rezistencii» sindroma professional'nogo vygoranija [Dynamics parameters quasi-attractors vector teachers body condition during the formation of "resistance" phase symptoms of burnout] // *Vestnik novyh medicinskih tehnologij*. 2017. T. 24, № 1. S. 21-28. DOI: 12737/25262
9. Zilov V.G., Hadarcev A.A., Es'kov V.V., Es'kov V.M. Jeksperimental'nye issledovanija statisticheskoy ustojchivosti vyborok kardiointervalov [The abcence of statistical stability in rr-intervals of human body] // *Bjulleten' jeksperimental'noj biologii i mediciny*. 2017. T. 164, № 8. S. 136-139.
10. Filatova D.Ju., Jel'man K.A., Srybnik M.A., Glazova O.A., Volohova M.A. Matricy parnyh sravnenij vyborok v ocenke haoticheskoy dinamiki parametrov kardioritma detsko-junosheskogo naselenija Jugry [Ehe matrix of pairwise comparisons of samples in the estimation of chaotic dynamics of heart

- rate parameters in youth of Ugra population from the perspective of age-related changes] // Vestnik novykh medicinskih tehnologij. Jelektronnoe izdanie. 2017. T. 11, № 2 S. 75-80.
11. Stjopin V. S., Es'kov V.M., Budanov V.G. Novye predstavlenija o gomeostaze i jevoljucii [New presentations of homeostasis and evolution] // Slozhnost'. Razum. Postneklassika. – 2016. – № 3. – S.52-58.
12. Hadarcev A. A., Beljaeva E. A., Kirkina N. Ju. Sistema NJeBA pri raznyh formah gipertrofii serdca [NEHB system in cases of different forms of hypercardia] // Klinicheskaja medicina i farmakologija. 2016. T. 2, № 3. S. 32-35.
13. Shirokov V.A, Tomchuk A.G, Rogovskij D.A. Stohasticheskiy i haoticheskiy analiz vertebrovevologicheskikh pokazatelej pacientov pri osteohondroze pozvonochnika v uslovijah severa [Stochastic and chaotic analysis of vertebrovevological indicators of patients with osteochondrosis of the vertebra in the north] // Klinicheskaja medicina i farmakologija. 2017. T. 3, № 1. S. 34-38.
14. Betelin V.B., Eskov V.M., Galkin V.A. and Gavrilenko T.V. Stochastic Volatility in the Dynamics of Complex Homeostatic Systems // Doklady Mathematics. – 2017. – Vol. 95, No. 1, pp. 92–94.
15. Eskov V.M., Bazhenova A.E., Vochmina U.V., Filatov M.A., Ilyashenko L.K. N.A. Bernstein hypothesis in the Description of chaotic dynamics of involuntary movements of person // Russian Journal of Biomechanics. – 2017. – Vol. 21, No. 1, pp. 14-23.
16. Eskov V.M., Eskov V.V., Gavrilenko T.V. and Vochmina Yu.V. Formalization of the Effect of “Repetition without Repetition” Discovered by N.A. Bernshtein // Biophysics. – 2017. – Vol. 62, No. 1, pp. 143–150.
17. Eskov V.M., Eskov V.V., Vochmina Y.V., Gorbunov D.V., Ilyashenko L.K. Shannon entropy in the research on stationary regimes and the evolution of complexity // Moscow University Physics Bulletin. – 2017. – Vol. 72, No.3. Pp. 309-317.
18. Filatova, D.U., Veraksa, A.N., Berestin, D.K., Streltsova, T.V. Stochastic and chaotic assessment of human's neuromuscular system in conditions of cold exposure // Human Ecology. – 2017. – №8. – pp. 15-20.
19. Prigogine I. R. The Die Is Not Cast // Futures. Bulletin of the World Futures Studies Federation. –2000. - Vol. 25, No. 4. -P. 17–19.
20. Zilov V.G., Eskov V.M., Khadartsev A.A., Eskov V.V. Experimental confirmation of the effect of "Repetition without repetition" N.A. Bernstein // Bulletin of experimental biology and medicine. 2017. Vol.1. Pp. 4-8.