Журавлева О.А. и др. / Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2017 – №2 – С.49-54

DOI: 10.12737/article_594ceef2b6b1e4.25055207

ФИЛОСОФСКИЕ ПРОБЛЕМЫ БИОФИЗИКИ *COMPLEXITY*

ЖУРАВЛЕВА О.А.[1], ШЕЛИМ Л.И.[2], КЛЮС И.В.[1]

[1]БУ ВО Ханты-Мансийского автономного округа – Югры «Сургутский государственный университет», ул. Ленина, 1, Сургут, 628400, Россия
[2]МБОУ Гимназия им. Ф.К. Салманова, 628402, г. Сургут, ул. Геологическая, 19/1.

Традиционные представления в рамках детерминизма (функциональный анализ) или стохастики (когда возникает вероятностная неопределенность или определенность) не могут описывать гомеостазис У.Б. Кеннона (сам этот физиолог это понимал) и его последователей. В рамках новой теории хаоса-самоорганизации показывается резкая граница между детерминизмом, стохастикой (и детерминированным хаосом) и системами третьего типа, которые обладают 5-ю особыми свойствами (принципами самоорганизации) и которые можно описывать в рамках понятий квазиаттракторов. С этой позиций может быть изучена кинематика движения квазиаттракторов в фазовых пространствах состояний, где вводится понятие скорости эволюции сложных биосистем – complexity, которое отлично от определения Пригожина – Гленсдорфа. Одновременно вводятся понятия неопределенностей 1-го и 2-го типа и аналог принципа Гейзенберга для complexity. Все это открывает новое направление в биологии и медицине сложных систем − систем третьего типа – complexity. Одновременно мы подходим и к новому пониманию теории функциональных систем П.К. Анохина.

Ключевые слова: *хаос, стохастическая неустойчивость, эффект Еськова-Зинченко.*

PHILOSOPHICAL PROBLEMS OF BIOPHYSICS *COMPLEXITY*

ZHURAVLEVA O.A.[1], SHELIM L.I.[2], KLYUS I.V.[1]

[1]Surgut State University", 628400, Surgut, Lenina St., 1.
[2]Gymnasium for them. F.K. Salmanova, 628402, Surgut, Geologicheskaya St., 19/1.

Traditional presentation of homeostatic systems has not possibility of it description according to deterministic or approaches. W.B.Cannon underfed such situation and his aencration too. According to new theory of chaos – selforganization it was demonstrated the border between deterministic, stochastic (with dynamical chaos) and the systems of third type. The systems have five special property (principles of organization) which are founded on special definition: quasiattractors(lounging to theory chaos – selforganization). We investigated the quasiattractorsmurring in phase space of state and special property of evolution was presented for complex systems (the complexity is differ of Prigogine-Glensdorff definition. We have new theory of biological systems and new theory of functional systems (by P.K. Anochin).

Key words: *chaos, stochastic nonstability, Eskov-Zinchenko effect.*

Введение. Тезис о неопределенности и непредсказуемости гомеостатических систем приводит нас к пересмотру таких фундаментальных понятий в естествознании как: «определенность – неопределенность» и «прогнозируемость – непрогнозируемость». Требуют расшифровки также понятия подобия, схожести, эквивалентности и равенства при описании динамики и стохастического описания сложных биосистем – *complexity*, что особо важно в медицине, при оценке нормы и патологии.

Мы сейчас приходим к новой трактовке понятия стационарного состояния биосистем и их движения. В этой связи мы должны ввести и новые понятия относительности. Последнее касается относительности движения вектора состояния биосистемы (*complexity*) в *фазовом пространстве состояний* (ФПС), относительности для *систем третьего типа* (СТТ), определенности (или вероятностной неопределенности) значений *вектора состояния (сложной) системы* (ВСС) в виде $x=x(t)=(x_1, x_2,\ldots,x_m)^T$, когда размываются границы движения ВСС в ФПС, когда движение

может считаться покоем, а покой – реальным движением. Возникают другие понятия относительности движения ВСС в ФПС и возникают неопределенности 1-го и 2-го типов [3-10, 12-18].

Последнее означает выход за пределы неопределенности детерминированного хаоса, о которой говорил *M. Gell-Mann* в своих работах, и выход за пределы определенности (или неопределенности), которая общепринята в стохастике в виде функций распределения $f(x)$. При этом оказалось [1-8], что особые гомеостатические системы, которые мы определяем как системы третьего типа (СТТ), не являются объектом современной *детерминистской и стохастической науки* (ДСН).

1. Основные проблемы естествознания и медицины в частности.

Существуют три основных положения (или проблемы) в современном естествознании и медицине, в частности: о теории *complexity*, о глобальной неопределенности СТТ и о невозможности их описания в ДСН. Они составляют сейчас основу *теории хаоса-самоорганизации* (ТХС). Однако суть этих проблем так и не была раскрыта, а высказывания Пригожина трактовались дословно, т.е. как отрицание материализма [22]. Только в ТХС [16-21] был представлен принципиальный водораздел между детерминизмом, стохастикой, детерминированным хаосом Арнольда - Тома и развиваемыми сейчас новыми подходами в оценке свойств и динамики поведения СТТ - *complexity* на примере гомеостаза. Все оказалось гораздо сложнее и интересней [6-12]. Были введены 5 принципов организации СТТ [4, 9] и получены многочисленные доказательства их (СТТ) отличий от объектов ДСП. Более того, была составлена таблица 13-ти отличий ТХС от ДСН и она сейчас постоянно представляется на обложке международного журнала *СМР* (*Complexity. Mind. Postnonclassic*, см. *http://www.esrae.ru/cmp/*).

В этом наборе отличий (и противоречий) между ДСН и ТХС ведущее место занимают два: отсутствие возможности произвольного повторения начальных значений $x(t_0)$ вектора состояния системы $x=(x_1, x_2,\ldots,x_m)^T$ (а тогда нет задачи Коши) и особый хаос СТТ, который не является детерминированным хаосом, а значит и СТТ не объект ДСН. Сразу отметим, что именно особые свойства СТТ и особенности их динамики, в том числе отсутствие и *стационарных режимов* (СР) и обеспечивают понятие гомеостаза для *complexity*. Более того, это понятие весьма сложно представить в виде детерминистской стационарности ($dx/dt=0$), или в виде неизменности функций распределения $f_i(x_i)$ для j-й выборки всех компонент x_i ВСС в ФПС. Невозможно описывать СТТ и в рамках детерминированного хаоса [4-9, 13-17], о котором настойчиво говорили *M.Gel-Mann, J.A. Wheeler* и *I.R. Prigogine*. Это последнее утверждение особенно чувствительное для ДСН, т.к. все выше указанные (*M.Gel-Mann, J.A.Wheeler* и *I.R. Prigogine*) ученые обращались именно к детерминированному хаосу, как способу описания *complexity*. Однако действительность оказалось гораздо сложнее. Эта сложность базируется наособой динамике гомеостаза и иного понимания стационарных режимов *complexity*, в которых гомеостаз обеспечивает устойчивость СТТ. Все это в полной мере относится и к параметрам ФСО, в частности, к КРС как гомеостатической системе [11, 13, 18-21].

Патология *сердечно-сосудистой системы* (ССС) существенно влияет на работоспособный период жизни человека, а улучшение показателей ССС всегда и однозначно может обеспечить пролонгацию жизни. Поэтому изучение различий продолжительности жизни между коренным и пришлым мужским и женским населением Севера РФ базируется именно на состоянии ССС, но выполнить это сейчас в рамках ДСН невозможно из-за хаоса СТТ [13-17].

Отметим, что при изучении различий по продолжительности жизни между мужским и женским населением Севера РФ особая роль в этой проблеме отводится состоянию сердечно-сосудистой системе жителей Севера РФ, т.к. смертность от патологии ССС всегда превалирует (инсульты, инфаркты и пр.) над другими причинами. Патология ССС существенно влияет и на работоспособный период (инфаркты и инсульты приводят к инвалидности). Улучшение показателей ССС всегда и однозначно может обеспечить и пролонгацию жизни (увеличение числа долгожителей) и пролонгацию работоспособного периода. Для развития промышленности и освоения Севера последнее особенно актуально. Необходимость решения проблемы старения и долгожительства

населения Севера РФ требует новых подходов и нового понимания механизмов старения человека, проживающего на Севере. При этом особая проблема – это именно долгожительство. Поэтому на решение этой проблемы с позиций хаотического анализа состояния ССС и направлены наши многолетние исследования в сравнительном аспекте (для аборигенов и пришлого населения Югры) на примере женского населения Югры, но как оказалось в рамках ДСН это невозможно выполнить.Именно методами статистического хаоса (а не детерминистского хаоса) и позволяет особым образом сейчас рассмотреть экологию человека и всю современную медицину).

2. Гомеостатическое распределение в медицине.

Понятие гомеостазис (как особого состояния внутренней среды организма) возникло из наблюдений и исследований физиологов, но было значительно расширено на многие сложные системы (и не только биосистемы) – *complexity*, которые подобны организму человека. Как результат такого развития, т.е. расширения этого понятия, мы приходим к синергетическим системам, которые обладают особыми свойствами и которые весь 20-й век в рамках ОТС (начиная от Л. фон Берталанфи) пытались изучать и описывать в основном в рамках детерминистского или стохастического подходов, т.е. ДСП. Упоминая всю эту хронологию, мы обязательно должны говорить и о теории *функциональных систем организма* (ФСО) человека, ранее (30-е годы 20-го века) разрабатываемой П.К. Анохиным, а сейчас его научной школой [10, 11]. Однако, эта область знаний о предтечах синергетики – особая область, требующая отдельного большого исследования, а сейчас мы ограничились только кратким хронологическим упоминанием персоналий. При этом особо выделим: до настоящего времени гомеостаз изучается только с позиций ДСН (и теория ФСО тоже), а это создает большие трудности в его изучении из-за наличия неопределенностей 1-го типа, о которых мы будем говорить ниже. Подчеркнем, что в теории ФСО П.К. Анохин понятием полезного конечного эффекта для организма дополнял, фактически, гомеостазис Кеннона [4, 11, 15].

В ходе развития самого понятия гомеостазиса всегда вне пределов обсуждения оставалась проблема особых свойств объектов, подобных организму человека, которые действительно обладают особыми свойствами гомеостатических объектов (С.П. Курдюмов и В.С. Степин их обозначили как человекомерные системы – *complexity*) [8, 9].

Отметим, что дальнейшее развитие понятия гомеостаза будет определяться динамикой развития ТХС, что связано с фундаментальной перестройкой подходов, определений, понятий при изучении сложных биомедицинских систем. Осознание этого базиса может происходить в рамках оценки эмпирических данных с позиций статистики и детерминированного хаоса, т.е. ответа на вопрос: СТТ – это хаотические системы или они другие? Ответом на этот вопрос служат более 30-ти монографий и 400 статей. С функциональной точки зрения (а это основа современной биофизики) имеется два принципиальных момента: статика и кинематика СТТ – *complexity*[1-9, 15-21].

Сразу отметим, что в ТХС мы различаем два типа движений: движение $x(t)$ в пределах *квазиаттрактора* (КА) – это стационарное состояние СТТ в ФПС и обычное движение в ДСП, к которому применимы все статистические методы расчета; движение КА в ФПС, как эволюция СТТ. В последнем случае мы будем рассматривать движение КА в виде движения его центра и изменения объема V_G.

В ТХС эта проблема переходит в проблему отсутствия стационарных режимов СТТ (с позиций ДСН). Принципиальная непредсказуемость и неповторимость динамики поведения сложных динамических систем обусловлена особыми свойствами сложных биосистем, которые мы сейчас определяем как СТТ. В современной теоретической биофизике СТТ обозначают как *complexity*, но при этом нет строгого определения этих систем и их свойств, хотя в ТХС мы это реализовали в виде 5-ти принципов организации СТТ.

3. Новое биофизическое понимание *complexity*.

Все СТТ – это особый тип систем, которые находятся в непрерывной хаотической динамике и для которых отсутствует возможность какого-либо прогноза в будущем их конечного состояния $x(t_k)$. Именно это пытался сказать *M. Gell-Mann* в своём обращении, но только в отношении физических систем. У этих особых СТТ наряду с особым хаосом имеются и ме-

ханизмы самоорганизации. Поэтому мы сейчас разрабатываем новые методы описания таких систем (отличных от детерминистских и стохастических систем), которые базируются на новой ТХС. Она включает в себя 5 принципов организации СТТ: компартментно-кластерное строение, свойство «мерцания» СТТ (когда непрерывно $dx/dt \neq 0$), эволюцию СТТ и их телеологическое движение к некоторому конечному КА, наконец, возможность выхода не только за 3 сигмы, но и за 10, 20-ть сигм, что в стохастике исключено полностью.

Последнее свойство гигантских отклонений от координат центра квазиаттрактора характерно только для СТТ - *complexity*. Технические или физические системы в этом случае просто прекращают своё существование. Однако в квантовой механике такие эффекты имеют место в виде туннельных эффектов: частица может преодолеть потенциальный барьер (выйти из ядра, например) и даже возвратиться обратно. Это гигантские отклонения, которые могут происходить крайне редко, но они совершаются и могут наблюдаться из-за быстрой эволюции квантовых частиц.

То, что СТТ имеет ограничения на фазовые координаты, может быть представлено в виде:

$$\Delta x_1 * \Delta x_2 \geq V_G^{min}, \qquad (1)$$

где V_G^{min} – это минимальный фазовый объём, который ограничивает движение вектора состояния системы $x_1(t)$. Такое неравенство весьма подобно известному принципу Гейзенберга в квантовой механике. Для фазовых координат в виде x_1–перемещение и x_2– скорость этого перемещения в физике элементарных частиц принцип неопределённости накладывает ограничения в виде:

$$\Delta x_1 \times \Delta p \geq h/4\pi, \qquad (2)$$

где $p=mv$ – является импульсом частицы. Если массу перенести в правую часть неравенства (и считать ее неизменной в данном опыте), то соотношение (2) примет вид неравенства (1), где роль V_G^{min} будет играть величина $h/4\pi m=Z$, т.е. имеем:

$$\Delta x_1 \times \Delta x_2 \geq Z = h/4\pi m. \qquad (3)$$

Фактически, величина Z имеет тот же смысл, что и V_G^{min}, т.к. представляет некоторый минимальный объём фазового пространства вектора $(x_1, x_2)^T$, который накладывает ограничения на изменения фазовых координат x_1 (смещение в пространстве) и x_2 (скорость этого смещения). Неравенство (3) в квантовой механике может иметь смысл «индивидуального» неравенства для каждой частицы, т.к. правая часть содержит массу m, которая тоже зависит от самой частицы и ее скорости и, следовательно, Z будет «индивидуальной» величиной. Условно говоря, эта правая часть (Z) для каждой частицы с конкретной массой будет «индивидуальна» для каждой частицы. С этих позиций и неравенство (1) тоже является для биосистемы индивидуальным неравенством (специфичным для каждого испытуемого), если Δx_1и Δx_2будут представлять вариационные размахи. Более того, как мы показали, V_G^{min} характеризует ещё и специфику физиологического или психического состояния испытуемого. Фактически V_G^{min} – это универсальная константа для каждого испытуемого, находящегося в данных условиях наблюдения. Она индивидуальна для каждого испытуемого как и Z в (3) для каждой элементарной частицы с массой m и скоростью v.

Имеется ещё одно существенное отличие биологических систем (СТТ – *complexity*) от объектов квантовой физики. Из-за самоорганизации динамика поведения СТТ такова, что обычно ВСС движется внутри некоторого особого объёма ФПС, т.е. в общем случае мы имеем вместо неравенства (1) неравенство (4) в виде:

$$V_G^{max} \geq \Delta x_1 \times \Delta x_2 \geq V_G^{min} \qquad (4)$$

Более того, мы чаще в ТХС используем именно левую часть неравенства (4), т.е. для многих СТТ имеем:

$$V_G^{max} \geq \Delta x_1 \times \Delta x_2 \qquad (5)$$

т.к. механизмы самоорганизации ограничивают движение ВСС в ФПС не только снизу, но и сверху. Иллюстрацию этим высказываниям проще выполнить на примерах из биомеханики. Однако мы имеем огромное количество примеров и из других областей биологии и медицины (всего 20000 обследованных и более 1-го миллиона выборок). В общем случае мы всегда будем иметь особые области фазового пространства (*квазиаттракторы*), внутри которых мы будем иметь непрерывное и хаотическое движение любых параметров *вектора состояния организма человека* (ВСОЧ). Параметры КА – важная характеристика физиологического, психического, биохимического статуса объекта. Область фазового пространства состояний (КА) сейчас ис-

пользуется и в медицине для оценки нормы и патологии как для одного пациента, так и для оценки статуса группы пациентов [1-8] именно квазиаттракторы и характеризуют конкретный гомеостаз.

Заключение

Биофизика отличается от физики. Здесь нет универсализма (одинаковости объектов исследования). Универсальными могут быть законы поведения: непрерывное и хаотическое движение ВСС в ФПС, отсутствие повторяющихся начальных условий, т.е. $x(t_0)$ неповторим и невоспроизводим, наличие ограничений на сопряженные координаты ВСС в виде (1) или (5). Более того, специфика ТХС такова, что СТТ имеют не только V_G^{min}, но и V_G^{max}, т.е. некоторый максимальный объём ФПС, внутри которого непрерывно и хаотически движется ВСС. В этом заключено отличие СТТ от физических, химических или технических систем. Поэтому именно СТТ необходимо описывать в рамках ТХС, т.к. ДСП-методы и модели бессильны в их описании.

Отметим, что число выполненных нами биомеханических измерений и измерений параметров *кардиоинтервалов* (КИ) превышает один миллион выборок от двадцати тысяч испытуемых. Здесь КИ – это временной отрезок τ между последовательными сокращениями сердца и это – переменная величина $x_1(t)$, которая тоже имеет свою скорость $x_2=dx_1/dt$ и ускорение $x_3=dx_2/dt$. И для движения пальца, и для работы сердца (а также ЭЭГ, миограмм, таппинграмм и т.д.) мы имеем одинаковые (с физической точки зрения) фазовые пространства с размерностью m=3 (т.е. имеем ВСС $x=x(t)=(x_1, x_2, x_3)^T$), а в более упрощенном виде мы используем только фазовую плоскость вектора $x=x(t)=(x_1,x_2)^T$. Однако получить одинаковые $f(x_i)$, автокорреляционные функции $A(t)$, *амплитудно-частотные характеристики* (АЧХ) для одного испытуемого (находящегося в гомеостазе) почти невозможно (именно со стохастической точки зрения, а в детерминизме – это невозможно в принципе). Поэтому для СТТ мы не можем применить и детерминированный хаос [4-8, 15-21].

Литература

1. Белощенко Д.В., Майстренко Е.В., Алиев А.А., Сорокина Л.С. Влияние локального холодового воздействия на параметры электромиограмм тренированного испытуемого// Клиническая медицина и фармакология. – 2016. – Т. 2, № 3. – С. 42-46.
2. Белощенко Д.В., Майстренко Е.В., Живаева Н.В., Алиев Н.Ш. Хаотическая динамика параметров нервно-мышечной системы у мужчин при многократных повторениях // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2017. – № 1. – С. 5-11.
3. Бетелин В. Б., Еськов В. М., Галкин В. А., Гавриленко Т. В. Стохастическая неустойчивость в динамике поведения сложных гомеостатических систем // Доклады академии наук. – 2017. – Т 472, № 6. – С. 642–644.
4. Еськов В.М., Филатова О.Е., Хадарцева К.А., Еськов В.В. Универсальность понятия «гомеостаз»// Клиническая медицина и фармакология. – 2015. – № 4 (4). – С. 29-33.
5. Еськов В.М., Хадарцев А.А., Еськов В.В., Филатов М.А. Хаотический подход в новой интерпретации гомеостаза//Клиническая медицина и фармакология. – 2016. – Т. 2, № 3. – С. 47-51.
6. Еськов В.М., Еськов В.В., Гавриленко Т.В., Вохмина Ю.В. Формализация эффекта «повторение без повторения» Н.А. Бернштейна // Биофизика. – 2017.– Т. 62, вып. 1, - С. 168–176.
7. Еськов В.М., Гудков А.Б., Баженова А.Е., Козупица Г.С. Характеристика параметров тремора у женщин с различной физической нагрузкой в условиях севера России // Экология человека. – 2017. – № 1. – С. 38-42
8. Еськов В. М., Зинченко Ю. П., Филатов М. А., Иляшенко Л. К. Теорема Гленсдорфа – Пригожина в описании хаотической динамики тремора при холодовом стрессе // Экология человека – 2017. – №5. – С.27-32.
9. Зилов В.Г., Еськов В.М., Хадарцев А.А.. Еськов В.В. Экспериментальное подтверждение эффекта «Повторение без повторения» Н.А. Бернштейна. // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2017. – № 1. – С. 4–9.
10. Иваницкий Г.Р. XXI век: что такое жизнь с точки зрения физики // Успехи физиче-

ских наук. – 2010. – Т. 180. – № 4. – С. 337-369.

11. Мирошниченко И.В., Филатова Д.Ю., Живаева Н.В., Алексенко Я.Ю., Камалтдинова К.Р. Оценка эффективности оздоровительных мероприятий по параметрам кардио-респираторной системы школьников // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2017. – № 1. – С. 26-32.
12. Смолянинов В.В. Об истоках некоторых спорных биофизических концепций (что такое жизнь сразных точек зрения) // Биофизика. – 2010. – Т. 55, № 3. – С. 563-576.
13. Филатова Д. Ю., Нифонтова О. Л., Шакирова Л. С., Шерстюк Е. С. Анализ параметров спектральной мощности вариабельности сердечного ритма детей Югры в условиях санаторного лечения// Клиническая медицина и фармакология. – 2016. – Т. 2, № 3. – С. 36-41.
14. Фудин Н.А., Еськов В.М., Белых Е.В., Троицкий А.С., Борисова О.Н. Избранные медицинские технологии в работе спортивного тренера (по материалам Тульской и Сургутской научных школ) //Клиническая медицина и фармакология. – 2015. – № 3 (3). – С. 56-61.
15. 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.
16. Eskov V.M., Eskov V.V., Gavrilenko T.V., Zimin M.I. Uncertainty in the quantum mechanics and biophysics of complex systems // Moscow University Physics Bulletin. – 2014. Vol. 69, № 5. – P. 406-411.
17. Eskov V.M., Eskov V.V., Gavrilenko T.V., Vochmina J.V. Biosystem kinematics as evolution: stationary modes and movement speed of complex systems: complexity // Moscow University Physics Bulletin. – 2015. – Vol. 70, № 2. – P. 140-152.
18. Eskov, V.M., Khadartsev, A.A., Eskov, V.V., Vokhmina, J.V. Chaotic dynamics of cardio intervals in three age groups of indigenous and nonindigenous populations of Ugra // Advances in Gerontology. – 2016. – 6 (3). – P. 191-197.
19. Eskov, V.M., Eskov, V.V., Filatova, O.E., Khadartsev, A.A., Sinenko, D.V. Neurocomputational identification of order parameters in gerontology // Advances in Gerontology. – 2016. – 6(1). – P. 24-28.
20. Eskov V.M., Eskov V.V., Vochmina J.V., Gavrilenko T.V. The evolution of the chaotic dynamics of collective modes as a method for the behavioral description of living systems // Moscow University Physics Bulletin. – 2016. – Vol. 71, № 2. – P. 143-154.
21. Gavrilenko T.V., Eskov V.M., Khadartsev A.A., Sokolova A. A. New methods for gerontology in the longevity projections of the indigenous population of Ugra// Successes of Gerontology. – 2014. – Vol. 27, № 1. – P. 30-36.
22. Prigogine, I.R. The. End of Certainty: Time, Chaos, and the New Laws of Nature. – Free Press, 1997. – 228 pp.