

УДК 53.01; 572.782

НЕСТАБИЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ: ПРОБЛЕМА ОДНОРОДНОСТИ ГРУПП

В. В. Григоренко¹, С. В. Горбунов¹, Д. Ю. Хвостов¹, В. В. Касаткин²

¹*Сургутский государственный университет, grigv_84@mail.ru*

²*Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН*

Нобелевский лауреат I. R. Prigogine, исследователь теории термодинамики неравновесных (нестабильных) систем, в статье «The philosophy of instability», опубликованной в 1989 году, на которую тогда не обратили внимание, поднял проблему изучения, а точнее неизученности нестабильных систем. В рамках новой теории хаоса-самоорганизации мы раскрываем статистическую нестабильность выборок, полученных как от отдельного испытуемого (в неизменном гомеостазе), так и для группы разных испытуемых. Возникает новая проблема потери однородности в группе, состоящей из нестабильных элементов. Предлагаются новые критерии оценки однородности групп, которые выходят за пределы современной детерминистской и стохастической науки. Это требует новых понятий и новых подходов в биомедицине.

Ключевые слова: нестабильные системы, гомеостаз, живые системы.

UNSTABLE SYSTEMS: THE HOMOGENEITY PROBLEM OF GROUPS

V. V. Grigorenko¹, S. V. Gorbunov¹, D. Yu. Khvostov¹, V. V. Kasatkin²

¹*Surgut State University, grigv_84@mail.ru*

²*St. Petersburg Institute for Informatics and Automation of the Russian Academy of Sciences*

In 1989, I. R. Prigogine was the first to draw attention to the problem of unstable systems. Nobody paid attention to the article “The philosophy of instability”, although the Nobel laureate devoted the theory of the thermodynamics of non-equilibrium systems to unstable systems. In the framework of the new theory of chaos and self-organization, we reveal the statistical instability of samples obtained both from an individual test subject (in unchanged homeostasis) and for a group of different test subjects. A new problem of loss of homogeneity in the group consisting of unstable elements surfaces. New criteria for assessing the homogeneity of groups that go beyond the limits of modern deterministic and stochastic science are proposed. Therefore, new concepts and new approaches in biomedicine are needed.

Keywords: unstable systems, homeostasis, living systems.

Введение. Прошло уже почти 30 лет с момента выхода публикации I. R. Prigogine «Philosophy of instability», где гений XX века пытался обратить внимание всех ученых на проблему изучения нестабильных систем. Напомним, что термодинамика неравновесных систем (далее – ТНС), которую построил I. R. Prigogine, посвящена именно нестабильным системам. Однако перед термодинамикой в классической физике (как общей науке о природных системах) находится статика и кинематика, которые для неравновесных систем на сегодня не построены (как теории). Кроме механики (биомеханики) и ТНС в физике существуют еще разделы: электродинамика и квантовая механика (физика излучений и частиц). Эти науки (как особые разделы биофизики) сейчас для живых систем вообще не представлены, хотя последние работы М. Б. Менского [1] посвящены именно этой тематике (Сознание и квантовая механика, 2011).

Учитывая эти проблемы в физике живых систем, попытаемся сейчас представить некоторые элементы механики (биомеханики) и элементы электродинамики вместе с аналогом квантовой механики (в виде аналога принципа неопределенности Гейзенберга). Подчеркнем, что мы сейчас пытаемся построить именно физику живых систем, которая бы имела опреде-

ленную аналогию (по конструкции) с физикой для систем неживой природы. В традиционной общей физике существуют разделы: механика, термодинамика, электродинамика и физика излучений и частиц (которая включает атомную физику и квантовую механику). Именно эти блоки (в виде элементов) мы сейчас и представим в физике живых систем [2–12]. Подчеркнем, что мы пока не претендуем на построение единой теории биофизики по аналогии с классической физикой, но мы пытаемся это сделать (в том числе на страницах настоящего сообщения).

1. Аналог механики – биомеханика

Главная особенность биомеханики была определена в 1947 г. Н. А. Бернштейном, который выдвинул гипотезу о «повторении без повторений» [13, 14]. В рамках этой гипотезы любые движения (в биомеханике) имеют исторический (ретроспективный) характер. Иными словами, мы реально определяем положение конечности (у нас пальца при регистрации треморограмм (далее – ТМГ) или теппинграмм (далее – ТПГ)), но эта регистрация (как точки в виде $x(t_k)$ или траектория движения $x(t)$) не имеет никакого информационного значения для исследователя (это имеет исторический характер). Последнее подтверждается тем, что мы, повторяя движения пальца (произвольно), не можем попасть в точку $x(t_k)$ или повторить точно траекторию $x(t)$. Декларируя это в 1947 г., сам Н. А. Бернштейн не проверял, до какой степени эта «невозможность» распространяется [11–23].

Иными словами, Н. А. Бернштейн даже не догадывался, что конечное состояние системы $x(t_k)$ и траектория $x(t)$ не только точно не повторяются, но и в рамках стохастики это точно повторить невозможно [13–14, 17–25]. Если мы получим выборки $x(t_k)$ в виде ТМГ или ТПГ или выборки траекторий движения конечности $x(t)$ в пространстве и попробуем повторить регистрацию этих процессов (например, $n = 15$ раз) у одного и того же испытуемого (в неизменном гомеостазе), то оказывается, что сделать это статистически невозможно в принципе. Это относится не только к нервно-мышечной системе (далее – НМС) [1–2, 4–9, 26–29], но и к параметрам главной функциональной системы (далее – ФСО) – сердечно-сосудистой системы (далее – ССС) [4–7, 10, 18, 25, 29–35].

Таблица 1

Матрица парного сравнения треморограмм испытуемого МОА (без нагрузки, число повторов $N = 15$), использовался критерий Вилкоксона (значимость $p < 0,05$, число совпадений $k_1 = 4$)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0
6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8
9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0
10	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0
12	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0
13	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0
14	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0
15	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	

В табл. 1 мы представляем характерный пример регистрации 15 раз ТМГ у одного и того же испытуемого (в неизменном гомеостазе) и их (этих 15-ти выборок ТМГ) попарное сравнение. Оказалось, что из 105 разных пар сравнения таких выборок ТМГ мы можем полу-

чить только $k < 5\%$ – число пар ТМГ, которые (эти две) можно отнести к одной генеральной совокупности. Подчеркнем, что в табл. 1 это число невелико ($k_1 = 4$), но главное, что все эти 4-е пары имеют свои (разные) генеральные совокупности. Каждая пара выборок ТМГ имеет свою генеральную совокупность, и это означает, что мы не имеем дело с однородными выборками ТМГ. Все 15 полученных выборок ТМГ статистически не совпадают (в целом) [11–12, 14–19, 21–23].

Получение подряд двух одинаковых выборок ТМГ имеет вероятность $p \leq 0,01$ ($f_i(x_i) = f_{j+1}(x_i)$ с $p \leq 0,01$). Но получить уже 3 (и более) подряд одинаковые (статистически) выборки – задача практически невозможная ($p_2 \leq 10^{-5}$ и менее). Иными словами, в биомеханике мы имеем дело с неповторяемыми, невозпроизводимыми (не только точно, но и в рамках стохастики) процессами. Все непрерывно и хаотически изменяется, и это означает, что классическая механика для биомеханики уже не применима. Оперировать в описании биомеханических систем терминами «точка» или «траектория движения» бессмысленно. Нужны другие понятия и другие законы для описания статики и кинематики биосистем – гомеостатических систем [1, 7–12, 15–18, 27–28, 31–34, 36]. В этом случае мы уже используем понятие фазовой траектории и квазиаттракторов [2–8, 26–27, 30], которые в неизменном гомеостазе испытуемого статистически сохраняются [1, 9–10, 28–29, 32–32, 36].

Действительно, всегда можно для координаты $x_1 = x_1(t)$ ввести 2-ую фазовую координату $x_2 = dx_1/dt$ (скорость изменения $x_1(t)$) или 3-ю координату $x_3 = dx_2/dt$ (ускорение) и в таких двумерных (или трехмерных) фазовых пространствах состояний (далее – ФПС) построить траектории движения биомеханического объекта (у нас это палец). Очевидно, что движение пальца ограничено (при треморе или теппинге), т. е. фазовые траектории будут двигаться внутри некоторого объема ФПС. Этот ограниченный объем ФПС мы называем квазиаттрактором (далее – КА). Внутри этого КА мы наблюдаем хаотический калейдоскоп статистических функций распределения $f(x_i)$, что представлено в табл. 1 [12–13, 15–16, 17–20, 24] для гомеостатической системы (далее – ГС).

Существенно, что такие двумерные (или трехмерные для вектора $x(t) = (x_1, x_2, x_3)^T$) фазовые пространства реально представляют статику и кинематику ГС-complexity. Статика будет представлена относительной (статистической) неизменностью параметров квазиаттракторов. В этом случае в таком ФПС выборки ТМГ статистически будут существенно различаться (табл. 1), но параметры КА (их площадь и координаты центра КА) будут различаться незначительно. Подчеркнем, что эффект статистической неустойчивости выборок ТМГ для одного испытуемого (в неизменном гомеостазе), названный как эффект Еськова – Зинченко (далее – ЭЭЗ), распространяется и на группы различных испытуемых [13–14, 18–25].

Это означает, что отсутствует однородность выборок как для одного испытуемого (табл. 1), так и группы разных испытуемых, где $k_2 \leq 5\%$ для ТМГ любой группы испытуемых. В целом мы в биомеханике подошли к полному окончанию применения статистики для описания любых движений человека. Невозможно произвольно два раза подряд повторить выборки ТМГ, невозможно движения описывать не только статистическими функциями $f(x)$, но и спектральными плотностями сигнала (далее – СПС), автокорреляциями $A(t)$ и другими характеристиками $x(t)$. Поэтому мы и используем понятие КА [6–11] для описания биомеханических систем и других ФСО [9–11, 29, 31–34, 36].

Поскольку любая ФСО – это ГС, то сейчас ее динамика нами представлена как непрерывное и хаотическое движение вектора $x(t)$ в ФПС (но в пределах некоторых КА). Тогда возникает вопрос о кинематике ГС: что является движением $x(t)$ в ФПС, если обычное движение (в виде $dx/dt \neq 0$ непрерывно для ТМГ и ТПП) является статикой, если параметры КА существенно не изменяются. В основу кинематики ГС нами было положено понятие движения КА в ФПС. Если центр нового КА₂ вышел за пределы исходного КА₁, то мы говорим о существенных (эволюционных) изменениях параметров ГС. В реальности бывает так, что КА не движется в ФПС, но существенно изменяется объем (или площадь) КА [8, 11, 14, 18, 20–22, 26–27, 30, 35].

Если S -площадь КА (или его объем V) увеличился в два раза (или уменьшился в 2 раза), то это тоже нами интерпретируется как существенное изменение ГС – как кинематика ГС. Эти же критерии мы представляем и к однородности выборок x_i для ГС. Группа будет однородной, если площадь любого (одного, j -го) КА не превышает двукратно S для любого k -го КА $_k$. Иными словами, мы требуем выполнения неравенств для любых j -х КА $_j$ по отношению к любому k -му КА $_k$ в виде $2 > V_j/V_k > 0,5$. Фактически для всех V_j и V_k ($j \neq k$) мы составляем таблицу парных соотношений объемов (или площадей для двумерного ФПС), которая подобна табл. 1, но в ней уже содержатся результаты расчетов V_j/V_k .

В целом статика и кинематика ГС описывается не в виде статике ($dx/dt = 0$ или сохранение статистических функций распределения $f(x_i)$), а базируется на расчете КА, и это уже другое понимание неизменности (статике) или изменений ГС (их эволюции в ФПС). Фактически сейчас мы говорим об инверсии понятий в биомеханике: статика ГС является неизменной в классической механике, так как $dx/dt \neq 0$, но это все происходит внутри КА. Там же хаотически и непрерывно изменяются статистические функции распределения $f(x_i)$ [2–7, 9–11, 31–34].

2. Элементы электродинамики ГС

Напомним, что в физической электродинамике мы имеем понятие связанных (взаимно индуцирующих) электрического и магнитного полей (движение заряженных частиц порождает магнитные поля). Но это касается интимных механизмов полевых взаимодействий. С биосистемами ситуация иначе. Здесь уже биосистема может не изменяться (находиться в относительном покое – гомеостазе), но ее параметры (биопотенциалы мозга – электроэнцефалограммы (далее – ЭЭГ), биопотенциалы мышц – электромиограмма (далее – ЭМГ)) будут непрерывно и хаотически изменяться. Иными словами, статика ГС может порождать динамику ее состояния с позиций классической физики [5–7, 11, 22].

Если говорить слишком общо (и кратко), то все процессы (ЭМГ, в первую очередь) порождаются хаосом биоэлектрической активности мозга (ЭЭГ). Нейросети мозга (далее – НСМ) человека находятся в непрерывной и хаотической активности, для ЭЭГ $dx/dt \neq 0$ непрерывно (даже во сне). Вполне закономерно ожидать, что этот хаос ЭЭГ приводит и к хаосу в системах, которыми НСМ управляют. Хаос ЭЭГ должен порождать хаос и ЭМГ (мышцы управляются со стороны нейросетей мозга) [4–7, 27–28].

Для примера этого тезиса мы представляем хаос ЭЭГ в виде табл. 2, где дано попарное сравнение ЭЭГ одного и того же человека в неизменном состоянии (в неизменном гомеостазе), с одной и той же точки отведения ЭЭГ. Наблюдаются небольшие значения k – числа пар выборок ЭЭГ, которые (эти две) можно отнести к одной генеральной совокупности. Подчеркнем, что в данном примере $k_2 = 25$ и обычно для ЭЭГ $k_2 \leq 30$ %, т. е. доля стохастичности тоже мала, но она больше, чем мы имеем k_3 , (на периферии для ЭМГ) [2–7, 13–14, 16–22, 24]. При этом табл. 2 тоже (как и в табл. 1) демонстрирует отсутствие однородности выборок ЭЭГ, т. е. стохастика в описании НСМ бесполезна.

В табл. 3 мы представляем результаты попарного сравнения ЭМГ, которые были получены от одного испытуемого при напряжении мышцы *adductor digiti mini* (сила сжатия в кисти $F_1 = 50$ Н). Производилось 15 повторений регистрации ЭМГ при $F_1 = 50$ Н, и эти выборы попарно сравнивались в виде матрицы (табл. 3). Здесь, как и для табл. 1 и 2, мы наблюдаем потерю однородности выборок (теперь уже ЭМГ).

Таблица 2

Матрица парного сравнения выборок ЭЭГ одного и того же здорового человека (число повторов $N = 15$) в период релаксации в отведении Fz-Ref, использовался p критерий Вилкоксона (критическое $p \leq 0,05$, число совпадений $k_2 = 25$)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		0,0	0,0	0,2	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,1	0,6	0,0	0,0
2	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Окончание табл. 2

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
3	0,0	0,0		0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,8	0,0	0,0
4	0,2	0,0	0,1		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,4	0,0	0,0
5	0,6	0,0	0,1	0,0		0,6	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	0,0	0,3	0,0	0,0
6	0,0	0,0	0,1	0,0	0,6		0,0	0,0	0,0	0,2	0,3	0,0	0,6	0,0	0,0
7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	0,7	0,0	0,7	0,4	0,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,7	0,0	0,0
12	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0
13	0,6	0,0	0,8	0,4	0,3	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0		0,0	0,0
14	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0
15	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	

Очевидно, что $k_3 = 8 < 10 \%$, это меньше более чем в 2 раза того, что мы имеем в табл. 2 для ЭЭГ. Напомним, что для ТМГ мы имеем $k_1 \leq 5 \%$ (табл. 1). Электродинамика ЭЭГ и ЭМГ показывает большую роль стохастики при сравнении с биомеханикой. Однако в любом случае доля стохастики ничтожна. Напомним, что в статистике мы требуем более 95 % совпадения, а у нас, наоборот, 95 % выборок статистически не совпадают.

Таблица 3

Матрица парного сравнения выборок ЭМГ испытуемого ГОА ($F_1 = 50\text{Н}$, число повторов $n = 15$, правая рука), использовался критерий Вилкоксона (значимость $p < 0,05$, число совпадений $k_3 = 8$)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0
2	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0
3	0,5	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0
4	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0
12	0,6	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0
13	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0
14	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0
15	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	

В целом мы наблюдаем устойчивое (двукратное и более) усиление хаоса и падение доли стохастики при переходе от НСМ к периферии в виде ЭМГ, и это все заканчивается ключевым выражением хаоса в работе мозга и мышц – движением конечности в виде ТМГ. Каждый уровень организации снижает долю стохастики и наращивает долю хаоса. Очевидно, что это общий закон нарастания хаоса при переходе от НСМ к периферийным органам. При этом законы поведения динамики биопотенциалов имеют все-таки хаотический характер [2, 5, 19, 25, 27], доля стохастики ничтожна.

3. Принцип неопределенности и относительность движения ГС

Особое место в развитии физики живых систем имеет аналог принципа неопределенности Гейзенберга, где $\Delta x_1 \cdot \Delta x_2 \geq h/(4\pi m)$, а $x_1(t)$ – реальная координата и $x_2 = dx_1/dt$ – скорость изменения $x_1(t)$. Важно подчеркнуть, что в новой теории хаоса-самоорганизации (ТХС) роль

координаты $x_i(t)$ играет не только перемещение (в биомеханике), но и любая другая (фазовая) координата $x_i(t)$, описывающая параметры гомеостаза. Для этой (любой) фазовой переменной $x_i(t)$ всегда можно найти скорость изменения $\dot{x}_i = dx_i/dt$ и ускорение $\ddot{x}_i = d^2x_i/dt^2$ [4–9, 26–29].

В этих двумерных (или трехмерных) ФПС всегда можно построить фазовые траектории движения такого вектора состояния ГС (по одной координате x_i и ее скорости $\dot{x}_i$, ускорению $\ddot{x}_i$) [1, 4–9, 26–30].

Очевидно, что это является более широкой трактовкой понятия принципа неопределенности Гейзенберга (он сейчас нами распространяется на все диагностические признаки x_i вектора состояния $x(t)$ для ГС). Важно понимать, что этот аналог принципа Гейзенберга появился из-за реальности результатов в табл. 1, 2, 3 и невозможности использования методов стохастики в биомедицине. Как только мы отказываемся от статистики, необходимо вводить понятие квазиаттрактора и новые критерии однородности групп не только в биомеханике, но и в электродинамике ГС. Аналог принципа Гейзенберга в биофизике и нейрокибернетике универсален. Он охватывает статику и кинематику ГС, является базовым, вторым типом неопределенности для ГС. Однако существует и неопределенность 1-го типа [6, 11–12, 23, 33].

Неопределенность 1-го типа проявляется, когда статистика показывает неизменность выборок, а новые методы ТХС – реальное движение КА (эволюцию ГС в ФПС). Этот тип неопределенности также весьма распространен в живой природе, и он отличен от неопределенности 2-го типа. Для раскрытия неопределенности 1-го типа мы обычно используем нейроэмуляторы в двух особых режимах работы: во-первых, это режим хаоса задания начальных параметров (у нас в НЭВМ это хаос начальных весов W_{i0} диагностических признаков x_i); во-вторых, это режим многочисленных ревербераций (повторений (итераций) и настройки нейросети в режиме бинарной классификации) [24, 28].

В этом случае мы реализуем динамику реальных НСМ, которая показана в табл. 2, где $k_2 = 25$ (а остальные пары статистически различны). Табл. 2 демонстрирует, что хаос ЭЭГ превалирует над стохастикой (значит, мы должны вводить в модели НСМ, т. е. в искусственные нейросети – НЭВМ, хаотическое задание W_{i0}). Сейчас мы это делаем искусственно, когда ЭВМ (хаотически) из интервала $W_{i0} \in (0,1)$ выбирает для каждого W_i свои особые (хаотические) значения этих весов. Далее НЭВМ в этом режиме хаоса (не менее $N = 1000$ раз) повторяет настройки НЭВМ и выдает в итоге выборки W_i , признаков x_i (после $N = 1000$ ревербераций).

Хаос и реверберации демонстрируются и в табл. 2, и в табл. 3, но это мы сейчас ввели в работу искусственной нейросети (нейроэмулятора – НЭВМ). Мы делаем работу НЭВМ похожей (подобной) на работу реальной НСМ, и это нам обеспечивает идентификацию параметров порядка (главнейших диагностических признаков x_j^*). При этом понижается размерность ФПС, так как мы в итоге остаемся с параметрами порядка x_j^* , где $j = 1, 2, \dots, n$ при $n < m$.

Таким образом, в рамках ТХС мы не просто разрешаем неопределенность 1-го типа, но мы решаем задачу системного синтеза – находим параметры порядка (x_j^*). Такое решение – это уже моделирование эвристической деятельности мозга, когда при недостатке знаний мы находим главные диагностические признаки. Все это кардинально расширяет наши возможности по созданию принципиально новой физики живых систем, показывает новые практические возможности ТХС [13–14, 16–22, 24].

Теперь мы имеем не только аналог статики и кинематики (новую биомеханику), не только аналог новой электродинамики ГС или аналог квантовой механики, но мы создаем модели эвристической деятельности мозга. Все это расширяет наши возможности изучения живых систем, феномена жизни. Этот феномен основан на хаосе статистических функций распределения $f(x)$ в ФПС.

Одновременно создаются новые модели и новые понятия, которые выходят за пределы современного функционального анализа и любых методов стохастики. Фактически мы уходим от статистики и динамического хаоса Лоренца, так как ТХС использует другие понятия и модели (в рамках ТХС).

Завершая этот краткий обзор в области создания новой науки (новой биофизики и биокибернетики) о живых системах, мы должны упомянуть, что все-таки модели в рамках функционального анализа для ГС имеются. Это компартментно-кластерная теория биосистем (далее – ККТБ) [8] и уравнения с разрывной частью (А. Ф. Филиппова и В. А. Галкина). Именно ККТБ и уравнения с разрывной частью могут показывать обычную динамику ГС (в виде табл. 1, 2, 3). Одновременно такие методы («встряхивание») нами применяются и для работы НЭВМ, нейроэмуляторов, когда мы хаотически задаем на каждой итерации некоторые значения начальных весов W_{io} ($W_{io} \in (0,1)$).

Все это имитирует внезапные (и хаотические) изменения состояния любой регуляторной системы (начиная с НСМ и заканчивая ТМГ и ТПГ). Хаос и реверберации – главная причина появления неопределенности 1-го и 2-го типов, они лежат в основе эвристической работы мозга, что пока не может делать никакая ЭВМ. Приближается новая эпоха изучения ГС, новых знаний о живых системах в виде физики живых систем, создаются и новые биофизика и биокибернетика для гомеостатических систем.

Выводы.

1. Особый хаос и непрерывная самоорганизация ГС, систем 3-го типа (по W. Weaver (1948 г.)) требуют создания особой физики живых систем, которая отлична от механики, термодинамики, электродинамики и квантовой механики в физике неживых систем.

2. Живые (гомеостатические) системы демонстрируют особую биомеханику, электродинамику и особые (два типа) неопределенности (1-го и 2-го типов). Все это требует создания другой физики живых систем, которую мы сейчас определяем как теорию хаоса-самоорганизации – ТХС. Эта ТХС базируется на понятиях квазиаттракторов, на пяти принципах организации ГС и на особых неопределенностях 1-го и 2-го типов.

3. Введение новых (особых) свойств (хаос и реверберации) в динамику поведения нейроэмуляторов и в компартментно-кластерные модели ГС позволяет не только моделировать динамику ГС, но и получать новые свойства нейроэмуляторов. В итоге мы получили модели эвристической деятельности мозга, когда НЭВМ находят параметры порядка – решают задачи системного синтеза. Отметим, что в современной математике эта задача (системный синтез) в общем виде принципиально не решается. В ТХС мы нашли ее решение на базе особых, новых режимов работы нейроэмуляторов (хаос и реверберации НЭВМ).

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ №18-07-00162 А «Вычислительные системы для идентификации параметров нормогенеза и патогенеза в биомеханике на примере тремора и теппинга», №18-47-860001 р_а «Разработка вычислительной системы для идентификации параметров тремора при стресс-воздействиях в психофизиологии».

Литература

1. Менский М. Б. Сознание и квантовая механика: Жизнь в параллельных мирах (Чудеса сознания – из квантовой реальности). Фрязино, 2011. 320 с.
2. Гавриленко Т. В., Горбунов Д. В., Чертищев А. А., Булатов И. Б. Оценка параметров электромиограмм с позиции термодинамики неравновесных систем И. Р. Пригожина // Вестник кибернетики. 2017. № 2 (26). С. 109–114.
3. Денисова Л. А., Прохоров С. А., Шакирова Л. С., Филатова Д. Ю. Хаос параметров сердечно-сосудистой системы школьников в условиях широтных перемещений // Вестник новых медицинских технологий. 2018. Т. 25. № 1. С. 133–142.
4. Еськов В. В. Эволюция систем третьего типа в фазовом пространстве состояний // Вестник кибернетики. 2017. № 3 (27). С. 53–58.
5. Еськов В. В. Возможности термодинамического подхода в электромиографии // Вестник кибернетики. 2017. № 4 (28). С. 109–115.
6. Еськов В. В., Пятин В. Ф., Ключ Л. Г., Миллер А. В. Гомеостатичность нейросетей мозга // Вестник новых медицинских технологий. 2018. Т. 25. № 1. С. 102–113.

7. Еськов В. В. Проблема статистической неустойчивости в биомеханике и в биофизике в целом // Вестник новых медицинских технологий. 2018. Т. 25. № 2. С. 166–175.
8. Еськов В. М., Зинченко Ю. П., Филатова О. Е. Естествознание: от стохастики к хаосу и самоорганизации // Вестник кибернетики. 2017. № 1 (25). С. 121–127.
9. Пятин В. Ф., Еськов В. В., Алиев Н. Ш., Воробьева Л. А. Хаос параметров гомеостаза функциональных систем организма человека // Вестник новых медицинских технологий. 2018. Т. 25, № 1. С. 143–153.
10. Филатова О. Е., Майстренко Е. В., Болтаев А. В., Газя Г. В. Влияние промышленных электромагнитных полей на динамику сердечно-сосудистых систем работников нефтегазового комплекса // Экология и промышленность России. 2017. Т. 21. № 7. С. 46–51.
11. Eskov V. V., Filatova O. E., Gavrilenko T. V. and Gorbunov D. V. Chaotic Dynamics of Neuromuscular System Parameters and the Problems of the Evolution of Complexity // Biophysics. 2017. Vol. 62, № 6. P. 961–966.
12. Eskov V. M., Filatova O. E., Eskov V. V. and Gavrilenko T. V. The Evolution of the Idea of Homeostasis: Determinism, Stochastics and Chaos–Self-Organization // Biophysics. 2017. Vol. 62, № 5. P. 809–820.
13. 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. P. 15–20.
14. Ilyashenko L. K., Bazhenova A. E., Berestin D. K., Grigorieva S. V. Chaotic Dynamics Parameters of the Tremorgrams at the Stress Exposure // Russian Journal of Biomechanics. 2018. Vol. 22, № 1. P. 62–71.
15. Eskov V. V., Gavrilenko T. V., Eskov V. M., Vochmina Yu. V. Static Instability Phenomenon in Type-Three Secretion Systems: Complexity // Technical Physics. 2017. Vol. 62, № 11. P. 1611–1616.
16. Eskov V. M., Gudkov A. B., Bazhenova A. E., Kozupitsa G. S. The Tremor Parameters of Female with Different Physical Training in the Russian North // Human Ecology. 2017. № 3. P. 38–42.
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, № 3. P. 309–317.
18. Eskov V. M., Zinchenko Y. P., Filatov M. A., Ilyashenko L. K. Glansdorff-Prigogine Theorem in the Description of Tremor Chaotic Dynamics in Cold Stress // Human Ecology. 2017. № 5. P. 27–32.
19. 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, № 1. P. 14–23.
20. Filatova O. E., Bazhenova A. E., Ilyashenko L. K., Grigorieva S. V. Estimation of the Parameters for Tremograms According to the Eskov–Zinchenko Effect // Biophysics. 2018. Vol. 63, № 2. P. 262–267.
21. Khadartsev A. A., Nesmeyanov A. A., Eskov V. M., Filatov M. A., Pab W. Fundamentals of Chaos and Self-Organization Theory in Sports // Integrative Medicine International. 2017. Vol. 4. P. 57–65.
22. Leonov B. I., Grigorenko V. V., Eskov V. M., Khadartsev A. A. and Ilyashenko L. K. Automation of the Diagnosis of Age-Related Changes in Parameters of the Cardiovascular System // Biomedical Engineering. 2018. Vol. 52, № 3. P. 210–214.
23. Zilov V. G., Khadartsev A. A., Eskov V. V. and Eskov V. M. Experimental Study of Statistical Stability of Cardiointerval Samples // Bulletin of Experimental Biology and Medicine. 2017. Vol. 164, № 2. P. 115–117.
24. Filatova O. E., Eskov V. V., Filatov M. A., Ilyashenko L. K. Statistical Instability Phenomenon and Evaluation of Voluntary and Involuntary Movements // Russian Journal of Biomechanics. 2017. Vol 21, № 3. P. 224–232.

25. Zilov V. G., Khadartsev A. A., Ilyashenko L. K., Eskov V. V., Minenko I. A. Experimental Analysis of the Chaotic Dynamics of Muscle Biopotentials under Various Static Loads // *Bulletin of experimental biology and medicine*. 2018. Vol. 165, № 4. P. 415–418.
26. Еськов В. В., Еськов В. М., Вохмина Ю. В. Гипотеза Н. А. Бернштейна и статистическая неустойчивость выборок параметров треморограмм // *Вестник кибернетики*. 2018. № 1 (29). С. 33–38.
27. Еськов В. В., Белощенко Д. В., Баженова А. Е., Живаева Н. В. Влияние локального холодового воздействия на параметры электромиограмм у женщин // *Экология человека*. 2018. № 9. С. 42–47.
28. Еськов В. М., Вохмина Ю. В., Горбунов С. В., Шейдер А. Д. Кинематика гомеостатических систем // *Вестник кибернетики*. 2017. № 2 (26). С. 87–93.
29. Еськов В. М., Белощенко Д. В., Башкатова Ю. В., Иляшенко Л. К. Параметры кардиоинтервалов испытуемых в условиях гипотермии // *Экология человека*. 2018. № 10. С. 39–45.
30. Еськов В. В., Пятин В. Ф., Еськов В. М., Григорьева С. В. Особенности регуляции сердечно-сосудистой системы организма человека нейросетями мозга // *Вестник новых медицинских технологий*. 2018. Т. 25, № 2. С. 188–199.
31. Мирошниченко И. В., Башкатова Ю. В., Филатова Д. Ю., Ураева Я. И. Эффект Еськова-Филатовой в регуляции сердечно-сосудистой системы – переход к персонифицированной медицине // *Вестник новых медицинских технологий*. 2018. Т. 25, № 2. С. 200–208.
32. Прохоров С. В., Якунин В. Е., Белощенко Д. В., Башкатова Ю. В. Неопределенность параметров кардиоинтервалов испытуемого в условиях физической нагрузки // *Вестник новых медицинских технологий*. 2018. Т. 25, № 2. С. 176–187.
33. Филатова Д. Ю., Башкатова Ю. В., Филатов М. А., Иляшенко Л. К. Анализ параметров деятельности сердечно-сосудистой системы у школьников в условиях широтных перемещений // *Экология человека*. 2018. № 4. С. 30–35.
34. Хадарцев А. А., Еськов В. М., Филатова О. Е., Хадарцева К. А. Пять принципов функционирования сложных систем, систем третьего типа // *Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание*. 2015. № 1. С. 1–2.
35. 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. P. 4–8.
36. Мирошниченко И. В., Прохоров С. В., Эльман К. А., Срыбник М. А. Сравнительный анализ хаотической динамики показателей сердечно-сосудистой системы пришлого детско-юношеского населения Югры // *Вестник новых медицинских технологий*. 2018. Т. 25. № 1. С. 154–160.