СТОХАСТИЧЕСКАЯ ДИНАМИКА КАРДИОРИТМА И КОНЦЕПЦИЯ W.WEAVERИ.Ю. ДОБРЫНИНА¹, О.А. ВЕДЯСОВА², Ю.М. ПОПОВ³, Т.Я. КОРЧИНА⁴¹БУ ВО «Сургутский государственный университет», ул. Ленина, 1, Сургут, Россия, 628400²ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва», Самара, ул. Московское шоссе, д. 34, Россия, 443086³ФГБОУ ВО «Самарский государственный социально-педагогический университет», г. Самара, ул. М. Горького, 65/67, Россия, 443099⁴БУ ВО «Ханты-Мансийская государственная медицинская академия» г. Ханты-Мансийск, ул. Мира, 40, Россия, 628011

Аннотация. Более 70-ти лет назад один из основоположников теории информации W. Weaver предложил общую классификацию всех живых систем природы. Биосистемы в этой классификации относились к системам третьего типа и по гипотезе W. Weaver не могли описываться в рамках статистики. Согласно прогнозу W. Weaver (через 50 лет после его публикации) в биомеханике был открыт эффект Еськова-Зинченко, в котором было доказано отсутствие статистической устойчивости выборок треморограмм и теппинграмм. Сейчас этот эффект распространён и на работу сердца. Доказывается отсутствие статистической устойчивости кардиоритма и других параметров сердца. Показано, что динамический хаос Лоренца не имеет никакого отношения к моделированию кардиоритма.

Ключевые слова: кардиоритм, сложность, эффект Еськова-Зинченко.

STOCHASTIC DYNAMICS OF CARDIAC RHYTHM AND THE CONCEPT OF W.WEAVERI.Yu. DOBRYNINA¹, O.A. VEDYASOVA², Yu.M. POPOV³, T.Ya. KORCHINA⁴¹Surgut State University, Lenin Ave., 1, Surgut, Russia, 628408²Samara National Research University, 34 Moskovskoe shosse, Samara, Russia 443086³Samara State University of Social Sciences and Education, 65/67, Maxim Gorky St., Samara, Russia, 443099⁴Khanty-Mansiysk State Medical Academy, Khanty-Mansiysk, Mira str., 40, Russia, 628011

Abstract. More than 70 years ago, one of the founders of information theory, W. Weaver, proposed a general classification of all living systems in nature. The biosystems in this classification belonged to the third type of systems and, according to the hypothesis of W. Weaver, could not be described within the framework of statistics. According to W. Weaver's forecast (50 years after its publication), the Eskov-Zinchenko effect was discovered in biomechanics, which proved the lack of statistical stability of samples of tremorograms and teppingrams. Now this effect is extended to the work of the heart. The lack of statistical stability of cardiac rhythm and other heart parameters is proved. It is shown that the dynamic Lorentz chaos has nothing to do with cardiac rhythm modeling.

Key words: cardiorhythm, complexity, Eskov-Zinchenko effect.

Введение. Более 150 лет назад кардиоритм изучался в рамках различных стохастических теорий [1-5]. Европейская ассоциация кардиологов предложила регистрировать кардиоинтервалы (КИ) любого человека не менее 5 минут. При этом считается, что полученная выборка (содержит обычно не менее 300 КИ) вполне репрезентативна и она может объективно описывать работу сердца.

Более 70-ти лет назад один из основоположников теории информации W. Weaver [1] выдвинул ряд гипотез, которые должны были положить конец дальнейшего исследования биосистем в рамках стохастики и детерминистского подхода. Его работа «Science and Complexity» [1] нашла подтверждение, когда был открыт эффект Еськова-Зинченко (ЭЭЗ) в биомеханике [6-12, 21, 22, 25, 32-33]. В рамках этого ЭЭЗ доказано отсутствие

статистической устойчивости выборок треморограмм (ТМГ) и теппинграмм (ТПГ) [11-15].

Сейчас этот ЭЗ распространяется и на работу сердца. В этой связи возникает ряд важных проблем относительно дальнейшего применения любых методов стохастики. Эти проблемы прямо связаны с работой W. Weaver и поэтому мы их сейчас рассматриваем с позиции работы W. Weaver и L.A. Zadeh (основоположник теории Fuzziness).

1. Гипотезы W. Weaver, H.A. Бернштейна и L.A. Zadeh. Следует отметить, что за год до публикации W. Weaver [1] в России выдающийся биомеханик H.A. Бернштейн выдвинул гипотезу о «повторении без повторений». Эта гипотеза началась только организацией движений [2] и она не содержала никаких доказательств того, о каких «не повторениях» может идти речь в биомеханике. Через год W. Weaver представил общую классификацию всех систем живой и неживой природы, и, фактически, он дал общую классификацию типов наук, которые эти системы должны изучать. W. Weaver подчеркнул, что системы 1-го типа (Simplicity) относятся к детерминистской науке, которая развивалась три столетия (17-й, 18-й и 19-й века) и продолжает сейчас развиваться.

В итоге, мы сейчас имеем теорию динамических систем, различные модели в виде дифференциальных, интегральных, разностных и других уравнений. Эта детерминистская наука вплотную подошла к теории хаоса (в задаче трёх тел, которую представил А. Пуанкаре). Однако, детерминизм Лапласа и Ньютона не применим к описанию систем 2-го типа (Disorganized complexity). Если точка (или конечное состояние системы $x(t_f)$) и фазовая траектория вектора состояния системы $x=x(t)=(x_1, x_2, \dots, x_m)^T$ в m -мерном фазовом пространстве состояний (ФПС) могут быть произвольно (и многократно) повторены, то одна точка $x(t_f)$ в конце стохастического процесса для систем 2-го типа (СВТ) ничего не означает.

Стохастические системы (Disorganized complexity) требуют

повторения испытаний (исследуемого процесса) при условии, что мы можем повторить начальные параметры $x(t)$ в виде $x(t_f)$ и с системой ничего не происходит. В итоге мы получаем выборку $x(t_f)$ и в стохастике создали правила, по которым эта выборка может быть изучена. Для выборки мы можем построить статистическую функцию распределения $f(x)$, найти ее числовые характеристики (статистическое среднее $\langle x \rangle$, статистическую дисперсию D_x^* и другие константы, рассчитать спектральную плотность сигнала (СПС), автокорреляцию (АК) и т.д. В стохастике созданы законы и правила, по которым проверяется статистическое совпадение выборок $x(t_f)$ или их несовпадения.

Подчеркнём, что W. Weaver в самом названии статьи [1] противопоставляет всю современную детерминистскую и стохастическую науку (ДСН) особому понятию «Complexity». Это слово он вводит в СВТ и логически это понятно: одна точка уже не может характеризовать СВТ, а любая выборка (точно, по всем точкам первой выборки) не может быть повторена. Возникает глобальная (первая) Uncertainty о которой говорили три нобелевских лауреата I.R. Prigogine [3] и M. Gell-Mann [5], R. Penrose [4].

Эта первая Uncertainty порождает первую Complexity (для СВТ). Однако, W. Weaver пошёл дальше [1]. Он вводит системы третьего типа (СТТ) – живые системы, которые не могут быть объектом стохастики и всей ДСН. Для СТТ он вводит третий тип - Organized complexity [1]. W. Weaver прямо указывает: «... as contrasted with the disorganized situation with which statistics can cope, show the essential feature of organization. In fact, one can refer to this group of problems as those of organized complexity».

В своей оригинальной и выдающейся работе [1] он не показывает какими свойствами должны обладать СТТ. Однако, следуя логике W. Weaver можно заключить, что одна точка не может описывать стохастические системы (для СВТ нужна выборка – облако точек в ФПС). Продолжая эти рассуждения: одна

выборка $x(t_j)$ уже не может представлять СТГ – живые системы. По этой логике нужно будет получить выборку выборок и что-то с такими выборками выборок нужно делать. Ответы на вопросы об этих выборках выборок дал Н.А. Бернштейн, который подсказывал: «нет повторений».

Очевидно, что следуя логике Н.А. Бернштейна и W. Weaver мы должны были проверить много выборок (которые были получены от одного испытуемого) на их статистическое совпадение. Могут ли две соседние выборки, например, треморограмм (ТМГ) или теппинграмм (ТПГ) статистически совпадать (если это один и тот же испытуемый)? Мы проверили эти гипотезы 20 лет назад и установили, что частота статистических совпадений у двух соседних выборок для одного испытуемого $P_{j, j+1} \leq 0,01$ для ТМГ и $P_{j, j+1} \leq 0,02$ для ТПГ.

После многих тысяч таких опытов над многими сотнями испытуемых был доказан эффект Еськова-Зинченко (ЭЕЗ). Было доказано, что получить статистическое совпадение всех 15-ти выборок ТМГ для одного испытуемого является очень сложной задачей. Если у одного итого же испытуемого зарегистрировать подряд 15 выборок ТМГ, а затем составить матрицу парных сравнений этих выборок (матрица размером 15×15), то в такой матрице будет разных

пар сравнения 105, а число K пар ТМГ, для которых критерий Вилкоксона $P_{ij} \geq 0,05$ будет очень мало. Мы построили сотни таких матриц для сотен испытуемых и установили, что число K (с $P \geq 0,05$ – такие две выборки (i -я и j -я) могут иметь одну, общую генеральную совокупность) крайне мало. Однако для ТМГ $K_I < 0,05$. Это доказывает отсутствие статистической устойчивости выборок ТМГ (и ТПГ тоже). За эти 20 лет мы обследовали более тысячи испытуемых и установили, что любые параметры организма человека статистически неустойчивы [5-7, 10-17, 19, 23, 25, 28, 33].

2. ЭЕЗ в изучении кардиоритма. Подчеркнём ещё раз, ЭЕЗ сейчас распространён нами на любые параметры организма человека. Он имеет место в изучении ритмики сердца. Кардиоритм не может быть статистически устойчивым, причем, если мы регистрируем подряд выборки КИ (у одного и того же испытуемого в спокойном физиологическом состоянии), то такие две соседние выборки (они содержат не менее 300 КИ) могут статистически совпадать (у них тогда критерий Вилкоксона $P_{ij} \geq 0,05$) с частотой $P \leq 0,1$ [11, 16, 18, 20, 23-25, 27, 32, 34, 36, 38-39]. Это крайне малая величина и она доказывает отсутствие статистической устойчивости выборок КИ любого человека на планете Земля.

Таблица 1

Матрица парного сравнения 15-ти кардиоинтервалов одного испытуемого до физической нагрузки при повторных экспериментах ($K_I=11$) по критерию Вилкоксона ($P \geq 0,05$ для непараметрического распределения)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,19	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,00	0,00		0,27	0,00	0,00	0,11	0,00	0,04	0,00	0,77	0,00	0,00	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,27		0,00	0,00	0,25	0,00	0,01	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,12
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18	0,00	0,00
7	0,19	0,00	0,11	0,25	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00
9	0,00	0,00	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,08	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	0,00	0,00	0,77	0,09	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00
15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

Для примера мы представляем одну

типовую матрицу парных сравнений выборок КИ для одного испытуемого. В табл.1 мы представляем значения P_{ij} – величины критерия Вилкоксона для i -й и j -й выборок. Легко видеть, что число $K_2=11$ – это число пар выборок КИ, для которых $P_{ij} \geq 0,05$. Это число пар (из всех 105-ти разных в этой матрице) могут иметь общую генеральную совокупность (они статистически могут совпадать).

Подчеркнём, что эти числа K пар имеют разные генеральные совокупности, т.е. они между собой не совпадают статистически. Это очень малое число, т.к. в статистике обычно требуют доверительную вероятность $\beta \geq 0,95$. Это означает, что два раза повторить выборки КИ очень сложно и Европейская ассоциация кардиологов ошибалась, говоря, что выборка из 300-т КИ репрезентативна. Следующая выборка КИ будет совершенно другая.

Любая выборка КИ уникальна, её произвольно повторить статистически невозможно и W. Weaver был прав: статистика не работает в описании ССС.

Ритмика сердца не может быть устойчивой. Любая выборка уникальна (с вероятностью $P \geq 0,9$). Все эти 100-190 лет вся биофизика (при изучении ССС) работала с уникальными выборками. Знания о первой выборке КИ не даёт нам информации о второй выборке. Фактически, прошлое не определяет будущее и нарушается базовый принцип всей ДСН (нет причинно-следственных связей). Это и есть ЭЭЗ для кардиоритма, для ССС [6, 9, 11, 16, 18, 20, 23-25, 27, 32, 34, 36, 38-39].

Следует отметить, что ЭЭЗ в ССС мы сейчас продемонстрировали в отношении одного (любого жителя планеты Земля) испытуемого. Однако, подобную статистическую неустойчивость демонстрирует и группа из разных испытуемых. Действительно, если взять 15 (одинаковых по полу, возрасту, без заболеваний) испытуемых и у каждого из них зарегистрировать за 5 минут (сидя, в спокойном состоянии) по одной выборке КИ, то матрица парных сравнений этих 15-ти (разных) выборок покажет тоже крайне низкое значение K_2 .

Таблица 2

Матрица парного сравнения 15-ти КИ для группы тренированных испытуемых до нагрузки ($K_2=21$), расчет по критерию Ньюмена-Кейлса

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,42	0,00	0,00	0,00
2	0,13		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
3	0,00	0,00		1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	0,00	0,00	1,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00		0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00
8	1,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00		0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00
10	0,00	1,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
12	0,42	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	1,00	0,00		0,00	0,00	0,00
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00		1,00	0,00
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00		0,00
15	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

Для примера мы представляем одну (типичную) такую матрицу парных сравнений выборок КИ (для 15-ти разных, но физиологически одинаковых испытуемых). Очевидно, что в такой табл.2 мы имеем число $K_2=21$ пар выборок КИ, у которых критерий Ньюмена-Кейлса (аналогичные расчёты мы делали и по Краскелу-Уоллису, и другим критериям)

$P \geq 0,05$. Такие две выборки КИ (с $P \geq 0,05$) могут иметь одну общую генеральную совокупность, т.е. они могут статистически совпадать. Однако, более 80% пар выборок в табл.2 статистически не совпадают. Они принадлежат разным генеральным совокупностям.

Возникает закономерный вопрос: можно ли изучать группу разных

испытуемых, если их выборки КИ принадлежат к разным генеральным совокупностям? С позиции стохастики ответ очевиден: это неоднородная группа их изучать невозможно в рамках (одной) общей группы. Таким образом, ЭЗ для целой группы создаёт более сложные проблемы, чем ЭЗ для одного испытуемого (в режиме $n=15$ -ти повторений).

Мы не можем сказать по какой причине эти испытуемые статистически все разные (может быть там есть больные или они проживали в других условиях и т.д.). Мы не можем работать с неоднородными группами, а анализ нескольких сотен таких матриц показал, что никогда не удастся получить статистически однородную группу испытуемых. Как с ними все эти 100-150 лет работали кардиологи, физиологи, вся биомедицина, когда объединяла в группы людей статистически неоднородных по параметрам КИ?

Очевидно, что сейчас во всей биомедицине возникает кризис при изучении ССС, т.к. группа разных испытуемых никогда не будет однородной (из-за ЭЗ). Обращаем внимание, что что очень часто числа K_1 (для одного испытуемого) были значительно меньше K_2 (для группы испытуемых). Это получило название эффекта Еськова-Филатовой (ЭЕФ). В этом ЭЕФ получается, что группа разных испытуемых статистически более устойчива, чем один испытуемый [6-19].

3. Отсутствие симметрии и доказательство хаоса Лоренца у СТТ. Сразу отметим, что только 1-1,5 % выборок КИ (из почти одного миллиона обследованных нами КИ у более 20000 испытуемых) могли показать нормальное распределение. Почти 99% выборок были непараметрическими. У многих из них были бимодальные (или полимодальные) распределения. Однако, главное не это! Любая вторая выборка КИ (для одного и того же испытуемого, в спокойном состоянии, сидя) статистически не совпадала с предыдущей выборкой. У этой второй выборки с частотой $P^* \geq 0,9$ были другие характеристики (среднее статистическое $\langle x \rangle$, статистическая

дисперсия D_x^* , спектральная плотность сигнала (СПС), автокорреляции АК и т.д.).

Сердце непрерывно генерирует значения КИ (это дискретный ряд чисел, аккомодация сокращения сердца обусловлена работой очень сложного механизма регуляции кардиоритма), но эти значения статистически не совпадают. Они асимметричны относительно $\langle x \rangle$ или медианы. Мы имеем дело с процессами, которые являются противоположными (аккомодации равновесных систем). На это обращал внимание I.R. Prigogine ещё в конце 20-го века [1]. Однако, эти работы I.R. Prigogine игнорировались.

Проблема устойчивости-неустойчивости и симметрии-асимметрии нуждается в новом переосмыслении и новом понимании. Нам представляется, что ЭЗ и гипотезы W. Weaver, H.A. Бернштейна и L.A. Zadeh должны существенно продвинуть изучение нестабильных и асимметричных биосистем (СТТ). Мы должны сейчас создать новую (третью) науку, о которой говорит W. Weaver [1, 13, 14, 19].

Напомним цитату W. Weaver в создании теории СТТ (через 50 лет, как он это и прогнозировал): «These new problems, moreover, cannot be handled with the statistical techniques so effective in describing behavior in problems of disorganized complexity. These new problems, and the future of the world depends on many of them, requires science to make a third great advance an advance that must be even greater than the nineteenth-century conquest of problems of simplicity or the twentieth-century victory over problems of disorganized complexity. Science must, over the next 50 years, learn to deal with these problems of organized complexity» [1].

Итак, мы приходим к новому пониманию неустойчивости и асимметрии биосистем и это понимание базируется на ЭЗ и новой науке – теории хаоса-самоорганизации (ТХС). При этом мы должны отметить отсутствие каких-либо преимуществ по дальнейшему применению теории динамического хаоса Лоренца для описания СТТ.

Действительно, в динамическом хаосе для аттракторов Лоренца мы имеем ряд принципиальных критериев. Например, в аттракторах Лоренца мы должны регистрировать свойство перемешивания. Это означает, что мера (внутри аттрактора) должна быть инвариантной. Однако, для СТТ мы это не наблюдаем. СТТ непрерывно генерируют неравномерные распределения, которые статистически различаются, но свойства перемешивания для СТТ нет.

Далее константа Ляпунова λ для всех наших выборок (а их более миллиона) демонстрируют непрерывное изменение знака (на разных участках выборок $\lambda > 0$ или $\lambda < 0$). Это доказывает, что динамического хаоса Лоренца нет. Более того, автокорреляционные функции для КИ не стремятся к нулю. Они демонстрируют разные значения на разных интервалах времени.

Таким образом, три нобелевских лауреата I.R. Prigogine [1] и M. Gell-Mann [5], R. Penrose [4] высказывали уверенность, что динамический хаос Лоренца может описывать биосистемы. Однако, это было ошибкой. СТТ-complexity не имеют никакого отношения к динамическому хаосу Лоренца. Их псевдоаттракторы (области фазового пространства состояний, внутри которых непрерывно и хаотически движется вектор состояния системы $x=x(t)=(x_1, x_2, \dots, x_m)^T$, где m -размерность ФПС) не имеет никакого отношения к аттракторам Лоренца. В целом, хаос Лоренца не может описывать статистическую неустойчивость СТТ-complexity, о которой говорил ещё W. Weaver в 1948 году.

В ТХС мы имеем другой тип хаоса (это не динамический хаос) и другой тип статистической неустойчивости (в виде ЭЭЗ и ЭЭФ). Эти СТТ невозможно описывать в рамках детерминистской и стохастической науки (ДСН).

Обсуждение. Более 70-ти лет во всей современной науке (ДСН) происходит игнорирование работы W. Weaver, в которой он впервые представил три типа систем (или три типа наук, которые эти системы изучают) и предложил вывести

СТТ (живые системы) за пределы ДСН. За последние 20-лет мы показали, что у биосистем нет статистической устойчивости выборок. Сначала это было доказано как ЭЭЗ в биомеханике.

В настоящей работе мы распространяем идеологию ЭЭЗ и на работу сердца. Изучена статистическая неустойчивость выборок КИ любого испытуемого. Оказалось, что доля стохастических совпадений выборок ни в матрицах парных сравнений выборок одного испытуемого не превышает $K \leq 15\%$ от всех 105 разных пар сравнения в каждой такой матрице. Это доказывает правоту W. Weaver и для ССС, т.к. работа сердца не может описываться в рамках статистики. Каждая выборка КИ (одного испытуемого) уникальна. Её очень сложно два раза подряд статистически повторить $P_{j, j+1} \leq 0,1$. Это доказывает ЭЭЗ для ССС.

Однако, ситуация резко усложняется, если мы переходим к группе. Оказалось, что сотни матриц парных сравнений выборок КИ для 15-ти разных не могут показать однородность этих выборок. Число статистических совпадений таких разных пар сравнения не превышает 20% (из 105 разных пар в каждой такой матрице). Работать дальше в рамках статистики уже невозможно, нужна другая наука (по W. Weaver) [6-19, 21-39].

Анализ около миллиона выборок КИ (для 20000 испытуемых) показал, что доля нормального распределения не более 1,5 %, а непараметрическое распределение КИ не может показывать свойство смешивания, нет положительных констант Ляпунова и автокорреляционные функции не стремятся к нулю. В итоге, три нобелевских лауреата I.R. Prigogine [1] и M. Gell-Mann [5], R. Penrose [4] ошибались, когда считали живые системы (СТТ) объектом динамического хаоса. В ЭЭЗ мы имеем дело с нестабильными биосистемами (особая Uncertainty и Complexity). При этом отсутствует и симметрия в распределениях КИ.

Выводы. Любые выборки параметров КИ, описывающие работу сердца, являются уникальными, они статистически не повторимые. Более того, объединение

испытуемых в группу (якобы однородную) сейчас уже не имеет оснований, т.к. многие выборки КИ статистически не совпадают. Работать с такими группами, у которых выборки КИ принадлежат к разными генеральным совокупностям статистически невозможно.

Расчёт выборок КИ показал отсутствие свойства перемешивания. Более того, константы Ляпунова λ не могут показывать (устойчиво) положительные значения (они хаотически изменяются для разных отрезков выборки КИ). Одновременно автокорреляционные функции не стремятся к нулю. Для кардиоритма нет динамического хаоса. Нужна новая наука для описания нестабильных и несимметричных СТТ-complexity (по W. Weaver), т.е. живых систем.

Литература

- Weaver W. Science and Complexity // American Scientist. – 1948. – Vol. 36, №4. – Pp. 536-544.
- Bernstein N.A. The coordination and regulation of movements // Oxford, New York, Pergamon Press. 1967. 196 p.
- Prigogine I.R. The End of Certainty: Time, Chaos, and the New Laws of Nature (Free Press, 1996).
- Penrose R. Newton, quantum theory and reality. In: Hawking, S.W. Israel, W.: 300 Years of Gravity. Cambridge University Press: Cambridge. – 1987.
- Gell-Mann M. Fundamental Sources of Unpredictability // Complexity. – 1997. – Vol. 3(1). – Pp. 13-19.
- Galkin V.A., Gavrilenko T.V., Gazya G.V., Filatov M.A. Models of uncertainty in the framework of compartment-cluster theory for research of instability biosystems // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 981 (2022) 032004 doi:10.1088/1755-1315/981/3/032004
- Чемпалова Л.С., Яхно Т.А., Манина Е.А., Игнатенко А.П., Оразбаева Ж.А. Гипотеза W.Weaver при изучении произвольных и непроизвольных движений. // Вестник новых медицинских технологий. – 2021. – Т. 28. – № 1. – С.75-77.
- Gazya G.V., Eskov V.V., Gavrilenko T.V., Stratan N.F. Artificial Intelligence Systems Based on Artificial Neural Networks in Ecology // In: Silhavy, R. (eds) Cybernetics Perspectives in Systems. CSOC 2022. Lecture Notes in Networks and Systems. – 2022. – Vol 503. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-09073-8_14
- Галкин В.А., Еськов В.В., Пятин В.Ф., Кирасирова Л.А., Кульчицкий В.А. Существует ли стохастическая устойчивость выборок в нейронауках? // Новости медико-биологических наук. – 2020. – Т. 20, № 3. – С. 126-132.
- Еськов В.В. Математическое моделирование гомеостаза и эволюции complexity: монография. Тула: Издательство ТулГУ, 2016. – 307 с.
- Еськов В.В., Пятин В.Ф., Филатова Д.Ю., Башкатова Ю.В. Хаос параметров гомеостаза сердечно-сосудистой системы человека / Самара: Изд-во ООО «Порто-Принт», 2018. – 312 с.
- Еськов В.В., Башкатова Ю.В., Шакирова Л.С., Веденева Т.С., Мордвинцева А.Ю. Проблема стандартов в медицине и физиологии // Архив клинической медицины. – 2020. – Т. 29, № 3. – С. 211-216.
- Eskov V.M., Galkin V.A., Filatova O.E. The connectedness between past and future states of biosystems? // AIP Conference Proceedings 2467, 080027 (2022); <https://doi.org/10.1063/5.0095266>
- Filatova O.E., Galkin V.A., Eskov V.V., Filatov M.A., Gavrilenko T.V. Warren Weaver's Complexity and Fuzziness of Lotfi A. Zadeh Leading to Uncertainty in Biosystem Study // AIP Conference Proceedings 2467, 060046 (2022); <https://doi.org/10.1063/5.0092442>
- Еськов В.М., Галкин В.А., Филатова О.Е. Complexity: хаос гомеостатических систем / Под ред. Г.С. Розенберга. Самара: Изд-во ООО «Порто-принт», 2017. – 388 с.
- Пятин В. Ф., Еськов В.В. Может ли быть статичным гомеостаз? // Успехи

- кибернетики. – 2021.– Т. 2, №1. – С. 41-49.
17. Filatov M.A., Poluhin V.V., Shakirova L.S. Identifying objective differences between voluntary and involuntary motion in biomechanics. // *Human. Sport. Medicine.* – 2021. – Vol. 21 (1). – Pp. 145-149.
 18. Filatova, O.E., Maistrenko, E.V., Boltaev, A.V., Gazya, G.V. The influence of industrial electromagnetic fields on cardio-respiratory systems dynamics of oil-gas industry complex female workers // *Ecology and Industry of Russia.* – 2017. – Vol. 21(7). – Pp. 46–51
 19. Зимин М.И., Пятин В.Ф., Филатов М.А., Шакирова Л.С. Что общего между «Fuzziness» L. A. Zadeh И «Complexity» W. Weaver в кибернетике. // *Успехи кибернетики.* – 2022, – 3(3). – С.102-112.
 20. Козупица Г.С. Научно-исследовательские институты в Югре: есть ли в них необходимость? // *Сложность. Разум. Постнеклассика.* – 2022. – № 4. – С.73-78.
 21. Хадарцева К. А., Филатова О. Е. Новое понимание стационарных режимов биологических систем. // *Успехи кибернетики.* – 2022. – 3(3).– С. 92-101.
 22. Газя Г.В., Газя Н.Ф., Еськов В.М. Проблема выбора инвариант в биокибернетике с позиции статистики // *Успехи кибернетики.* – 2022. – 3(4).– С. 102-109.
 23. Еськов В.В., Газя Г.В., Коннов П.Е. Фундаментальные проблемы биокибернетики из-за неустойчивости выборок биосистем // *Успехи кибернетики.* – 2022. – 3(4).– С. 110-122.
 24. Филатова О.Е., Филатов М.А., Воронюк Т.В., Музиева М.И. Квантовомеханический подход в электрофизиологии // *Успехи кибернетики.* – 2023. – 4(2). – С. 68-77.
 25. Еськов В.В., Газя Г.В., Кухарева А.Ю. Потеря однородности группы – вторая «великая» проблема биомедицины // *Успехи кибернетики.* – 2023. – 4(2). – С. 78-84.
 26. Еськов В.М., Филатов М.А., Газя Г.В., Стратан Н.Ф. Возможности создания искусственного интеллекта на базе искусственных нейросетей // *Успехи кибернетики.* – 2021. – 2(3). – Стр. 44-52. DOI: 10.51790/2712-9942-2021-2-3-6
 27. Газя Г.В., Газя Н.Ф., Волохова М.А., Самойленко И.С. Динамика поведения параметров сердечно-сосудистой системы работников нефтегазового комплекса в условиях действия электромагнитных полей. // *Сложность. Разум. Постнеклассика.* – 2023. – № 2. – С. 5-11.
 28. Коннов, П. Е., Мельникова Е. Г., Кухарева А. Три парадигмы естествознания / // *Сложность. Разум. Постнеклассика.* – 2023. – № 2. – С. 28-37.
 29. Galkin, V.A., Gavrilenko, T.V., Eskov, V.M., Kukhareva, A.Y. (2023). Three «Great Challenges» of Medical Informatics. In: Silhavy, R., Silhavy, P. (eds) *Networks and Systems in Cybernetics. CSOC 2023. Lecture Notes in Networks and Systems*, vol 723. P.328-337. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-35317-8_30
 30. Еськов В.М., Филатов М.А., Воронюк Т.В., Самойленко И.С. Модели эвристической работы мозга и искусственный интеллект // *Успехи кибернетики.* – 2023. – Т. 4, № 4. – С. 32-40.
 31. Filatov, M.A., Kuhareva, A., Gazya, N.F., Voronyuk, T.V., Samoillenko, I.S. Possibilities of Applying Entropy in Biomechanics // In: Silhavy, R., Silhavy, P. (eds) *Artificial Intelligence Algorithm Design for Systems. Lecture Notes in Networks and Systems. CSOC 2024.* – Vol. 1120. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-70518-2_13
 32. Бетелин В.Б., Галкин В.А., Еськов В.М. Специфика хаоса *СТТ-complexity* – новое представление хаоса биосистем // *Сложность. Разум. Постнеклассика.* – 2024. – № 2. – С.85-95.
 33. Еськов В.М., Филатов М.А., Воронюк Т.В., Газя Н.Ф. Фундаментальные

свойства систем третьего типа – биосистем // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2024. – № 3. – С.5-14.

34. Газя Г.В., Газя Н.Ф., Еськов В.В., Манина Е.А. Непредсказуемость и неопределенность создают реальную Complexity // Успехи кибернетики. – 2024. – Т. 5, № 2. – С. 97-102.
35. Еськов В.М., Филатов М.А., Воронюк Т.В., Мельникова Е.Г., Кухарева А.Ю. Проблема необратимости в квантовой механике и в живых системах // Успехи кибернетики. – 2024. – Т. 5, № 3. – С. 50-55.
36. Коннов П.Е., Соколова А.А., Воронюк Т.В., Самойленко И.С., Музиева М.И. Кардио-респираторная система жителей Югры при неинфекционных заболеваниях // Вестник новых медицинских технологий. – 2024. – Т. 31, № 1. – С. 95-98.
37. Еськов В.М., Пятин В.Ф., Башкатова Ю.В. Медицинская и биологическая кибернетика: перспективы развития. // Успехи кибернетики. – 2020. – Т.1, №1. – С. 64-72.
38. Еськов В.М., Филатов М.А., Гавриленко Т.В., Третьяков С.А. Физико-математическое понятие сложного// Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2024. – № 3. – С.48-56.
39. Добрынина И.Ю., Козлова В.В., Майстренко Е.В., Самойленко И.С., Кухарева А.Ю. Возможности и вызовы в кардиологии // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2024. – №4. – С.28-38.

References

1. Weaver W. Science and Complexity // American Scientist. – 1948. – Vol. 36, №4. – Pp. 536-544.
2. Bernstein N.A. The coordination and regulation of movements // Oxford, New York, Pergamon Press. 1967. 196 p.
3. Prigogine I.R. The End of Certainty: Time, Chaos, and the New Laws of Nature (Free Press, 1996).
4. Penrose R. Newton, quantum theory and reality. In: Hawking, S.W. Israel, W.: 300 Years of Gravity. Cambridge University Press: Cambridge. – 1987.
5. Gell-Mann M. Fundamental Sources of Unpredictability // Complexity. – 1997. – Vol. 3(1). – Pp. 13-19.
6. Galkin V.A., Gavrilenko T.V., Gazya G.V., Filatov M.A. Models of uncertainty in the framework of compartment-cluster theory for research of instability biosystems // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 981 (2022) 032004 doi:10.1088/1755-1315/981/3/032004
7. Chempalova L.S., Yahno T.A., Manina E.A., Ignatenko A.P., Orazbaeva Zh.A. Gipoteza W.Weaver pri izuchenii proizvod'nyh i neproizvod'nyh dvizhenij. // Vestnik novyh medicinskih tekhnologij. – 2021. – Т. 28. – № 1. – S.75-77.
8. Gazya G.V., Eskov V.V., Gavrilenko T.V., Stratan N.F. Artificial Intelligence Systems Based on Artificial Neural Networks in Ecology // In: Silhavy, R. (eds) Cybernetics Perspectives in Systems. CSOC 2022. Lecture Notes in Networks and Systems. – 2022. – Vol 503. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-09073-8_14
9. Galkin V.A., Eskov V.V., Pyatin V.F., Kirasirova L.A., Kul'chickij V.A. Sushchestvuet li stohasticheskaya ustojchivost' vyborok v nejronaukah? // Novosti mediko-biologicheskikh nauk. – 2020. – Т. 20, № 3. – S. 126-132.
10. Eskov V.V. Matematicheskoe modelirovanie gomeostaza i evolyucii complexity: monografiya. Tula: Izdatel'stvo TulGU, 2016. – 307 s.
11. Eskov V.V., Pyatin V.F., Filatova D.Yu. Bashkatova Yu.V. Haos parametrov gomeostaza serdechno-sosudistoj sistemy cheloveka / Samara: Izd-vo OOO «Porto-Print», 2018. – 312 s.
12. Eskov V.V., Bashkatova Yu.V., Shakirova L.S., Vedeneeva T.S., Mordvinceva A.Yu. Problema standartov v medicine i fiziologii // Arhiv klinicheskoy mediciny. – 2020. – Т. 29, № 3. – S. 211-216.
13. Eskov V.M., Galkin V.A., Filatova O.E. The connectedness between past and future states of biosystems? // AIP

- Conference Proceedings 2467, 080027 (2022); <https://doi.org/10.1063/5.0095266>
14. Filatova O.E., Galkin V.A., Eskov V.V., Filatov M.A., Gavrilenko T.V. Warren Weaver's Complexity and Fuzziness of Lotfi A. Zadeh Leading to Uncertainty in Biosystem Study // AIP Conference Proceedings 2467, 060046 (2022); <https://doi.org/10.1063/5.0092442>
 15. Eskov V.M., Galkin V.A., Filatova O.E. Complexity: haos gomeostaticeskikh sistem / Pod red. G.S. Rozenberga. Samara: Izd-vo OOO «Porto-print», 2017. – 388 s.
 16. Pyatin V. F., Eskov V.V. Mozhet li byt' statichnym gomeostaz? // Uspekhi kibernetiki. – 2021. – T. 2, №1. – S. 41-49.
 17. Filatov M.A., Poluhin V.V., Shakirova L.S. Identifying objective differences between voluntary and involuntary motion in biomechanics. // Human. Sport. Medicine. – 2021. – Vol. 21 (1). – Pp. 145-149.
 18. Filatova, O.E., Maistrenko, E.V., Boltaev, A.V., Gazya, G.V. The influence of industrial electromagnetic fields on cardio-respiratory systems dynamics of oil-gas industry complex female workers // Ecology and Industry of Russia. – 2017. – Vol. 21(7). – Pp. 46–51
 19. Zimin M.I., Pyatin V.F., Filatov M.A., Shakirova L.S. Chto obshchego mezhdru «Fuzziness» L. A. Zadeh I «Complexity» W. Weaver v kibernetike. // Uspekhi kibernetiki. – 2022, – 3(3). – S.102-112.
 20. Kozupica G.S. Nauchno-issledovatel'skie instituty v Yugre: est' li v nih neobhodimost'? // Slozhnost'. Razum. Postneklassika. – 2022. – № 4. – S.73-78.
 21. Hadarceva K. A., Filatova O. E. Novoe ponimanie stacionarnyh rezhimov biologicheskikh sistem. // Uspekhi kibernetiki. – 2022. – 3(3).– S. 92-101.
 22. Gazya G.V., Gazya N.F., Eskov V.M. Problema vybora invariant v biokibernetike s pozicii statistiki // Uspekhi kibernetiki. – 2022. – 3(4).– S. 102-109.
 23. Eskov V.V., Gazya G.V., Konnov P.E. Fundamental'nye problemy biokibernetiki iz-za neustojchivosti vyborok biosistem // Uspekhi kibernetiki. – 2022. – 3(4).– S. 110-122.
 24. Filatova O.E., Filatov M.A., Voronyuk T.V., Muzieva M.I. Kvantovomekhanicheskij podhod v elektrofiziologii // Uspekhi kibernetiki. – 2023. – 4(2). – S. 68-77.
 25. Eskov V.V., Gazya G.V., Kuhareva A.Yu. Poterya odnorodnosti gruppy – vtoraya «velikaya» problema biomeditsiny // Uspekhi kibernetiki. – 2023. – 4(2). – S. 78-84.
 26. Eskov V.M., Filatov M.A., Gazya G.V., Stratan N.F. Vozmozhnosti sozdaniya iskusstvennogo intellekta na baze iskusstvennyh nejrosetej // Uspekhi kibernetiki. – 2021. – 2(3). – Str. 44-52. DOI: 10.51790/2712-9942-2021-2-3-6
 27. Gazya G.V., Gazya N.F., Volohova M.A., Samojlenko I.S. Dinamika povedeniya parametrov serdechno-sosudistoj sistemy rabotnikov neftegazovogo kompleksa v usloviyah dejstviya elektromagnitnyh polej. // Slozhnost'. Razum. Postneklassika. – 2023. – № 2. – S. 5-11.
 28. Konnov, P. E., Mel'nikova E. G., Kuhareva A. Tri paradigmy estestvoznaniya / // Slozhnost'. Razum. Postneklassika. – 2023. – № 2. – S. 28-37.
 29. Galkin, V.A., Gavrilenko, T.V., Eskov, V.M., Kukhareva, A.Y. (2023). Three «Great Challenges» of Medical Informatics. In: Silhavy, R., Silhavy, P. (eds) Networks and Systems in Cybernetics. CSOC 2023. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 723. R.328-337. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-35317-8_30
 30. Eskov V.M., Filatov M.A., Voronyuk T.V., Samojlenko I.S. Modeli evristicheskoy raboty mozga i iskusstvennyj intellekt // Uspekhi kibernetiki. – 2023. – T. 4, № 4. – S. 32-40.
 31. Filatov, M.A., Kuhareva, A., Gazya, N.F., Voronyuk, T.V., Samoillenکو, I.S. Possibilities of Applying Entropy in Biomechanics // In: Silhavy, R., Silhavy, P. (eds) Artificial Intelligence Algorithm Design for Systems. Lecture Notes in Networks and Systems. CSOC 2024. –

Vol. 1120. Springer, Cham.
https://doi.org/10.1007/978-3-031-70518-2_13

32. Betelin V.B., Galkin V.A., Eskov V.M. Specifika haosa STT-complexity – novoe predstavlenie haosa biosistem // Slozhnost'. Razum. Postneklassika. – 2024. – № 2. – S.85-95.
33. Eskov V.M., Filatov M.A., Voronyuk T.V., Gazya N.F. Fundamental'nye svoystva sistem tret'ego tipa – biosistem // Slozhnost'. Razum. Postneklassika. – 2024. – № 3. – S.5-14.
34. Gazya G.V., Gazya N.F., Eskov V.V., Manina E.A. Nepredskazuemost' i neopredelennost' sozdayut real'nyu Complexity // Uspekhi kibernetiki. – 2024. – T. 5, № 2. – S. 97-102.
35. Eskov V.M., Filatov M.A., Voronyuk T.V., Mel'nikova E.G., Kuhareva A.Yu. Problema neobratimosti v kvantovoj mekhanike i v zhivykh sistemah // Uspekhi kibernetiki. – 2024. – T. 5, № 3. – S. 50-55.
36. Konnov P.E., Sokolova A.A., Voronyuk T.V., Samojlenko I.S., Muzieva M.I. Kardio-respiratornaya sistema zhitelej Yugry pri neinfekcionnykh zabolevaniyakh // Vestnik novykh medicinskih tekhnologij. – 2024. – T. 31, № 1. – S. 95-98.
37. Eskov V.M., Pyatin V.F., Bashkatova Yu.V. Medicinskaya i biologicheskaya kibernetika: perspektivy razvitiya. // Uspekhi kibernetiki. – 2020. – T.1, №1. – S. 64-72.
38. Eskov V.M., Filatov M.A., Gavrilenko T.V., Tret'yakov S.A. Fiziko-matematicheskoe ponyatie slozhnogo// Slozhnost'. Razum. Postneklassika. – 2024. – № 3. – S.48-56.
39. Dobrynina I.Yu., Kozlova V.V., Majstrenko E.V., Samojlenko I.S., Kuhareva A.Yu. Vozmozhnosti i vyzovy v kardiologii // Slozhnost'. Razum. Postneklassika. – 2024. – №4. – S.28-38.