DOI: 10.51790/2712-9942-2020-1-2-7

ПРОБЛЕМА НЕСТАЦИОНАРНОСТИ В ФИЗИКЕ И БИОФИЗИКЕ

Б. Г. Заславский[1], М. А. Филатов[2], В. В. Еськов[3], Е. А. Манина[2]

[1] *Управление по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов, Вашингтон, США*

[2] *Сургутский государственный университет, Сургут, Российская Федерация, filatovmik@yandex.ru*

[3] *Сургутский филиал Федерального государственного учреждения «Федеральный научный центр Научно-исследовательский институт системных исследований Российской академии наук», Сургут, Российская Федерация*

Аннотация: необходимость изучения неустойчивых систем подчеркивал I. R. Prigogine, но за последние 40 лет эта проблема не рассматривается в науке. Однако за последние 25 лет была доказана статистическая неустойчивость параметров движения в биомеханике в виде эффекта Еськова–Зинченко. Подобные неустойчивые системы имеются и в неживой природе на Земле в виде систем регуляции климата и метеопараметров среды обитания человека. Эти системы в 1948 г. W. Weaver обозначил как системы третьего типа, они обладают особой статистической неустойчивостью, характерной для самоорганизующихся систем. В работе представлены основные свойства таких систем третьего типа и некоторые инварианты для их описания. Существенно, что их моделирование основано на ряде принципов квантовой механики. В частности, принципе неопределенности Гейзенберга и квантовой запутанности.

Ключевые слова: нестационарность, системы третьего типа, эффект Еськова–Зинченко, квантовая запутанность.

Благодарности: работа выполнена в рамках государственного задания ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН (проведение фундаментальных научных исследований (47 ГП) по теме № 0065-2019-0007 «36.20 Развитие методов математического моделирования распределенных систем и соответствующих методов вычисления» (№ АААА-А19-119011590093-3)).

Авторы подтверждают отсутствие конфликта интересов.

Соблюдение этических стандартов: все процедуры, выполненные в исследовании с участием людей, соответствуют этическим стандартам институционального и/или национального комитета по исследовательской этике, Хельсинкской декларации 1964 года и ее последующим изменениям или сопоставимым нормам этики.

Для цитирования: Заславский Б. Г., Филатов М. А., Еськов В. В., Манина Е. А. Проблема нестационарности в физике и биофизике. *Успехи кибернетики*. 2020;1(2):56–62. DOI: 10.51790/2712-9942-2020-1-2-7.

NON-STATIONARY STATES IN PHYSICS AND BIOPHYSICS

Boris G. Zaslavsky[1], Mikhail A. Filatov[2], Valery V. Eskov[3], Elena A. Manina[2]

[1] *Federal Food and Drug Administration, Washington, D.C., USA*

[2] *Surgut State University, Surgut, Russian Federation, filatovmik@yandex.ru*

[3] *Surgut Branch of Federal State Institute "Scientific Research Institute for System Analysis of the Russian Academy of Sciences", Surgut, Russian Federation*

Abstract: I. R. Prigogine emphasized the need to research unstable systems. However, for the last 40 years, this problem has not been studied well. Still, in the last 25 years, the statistical instability of biomechanical motion properties was proved as the Eskov–Zinchenko effect. Such unstable systems exist in the Earth's inorganic nature, too, as the human habitat climate/weather regulation systems. In 1948 W. Weather called such systems "3rd kind systems". They feature a special statistical instability peculiar to self-organizing systems. The study presents the key properties of such 3rd kind systems and some invariants that define these non-stationary systems. Significantly, the simulation is based on some quantum mechanics postulates. Particularly, these are the Heisenberg uncertainty principle, and the quantum entanglement principle.

Keywords: non-stationary state, 3rd kind systems, Eskov-Zinchenko effect, quantum entanglement.

Acknowledgements: this study is the 47 GP government order contracted to the System Analysis Research Institute, Russian Academy of Sciences, project No. 0065-2019-0007 36.20 Advancing Distribution System Simulation and Computation Methods (No. AAAA-A19-119011590093-3).The authors declare that there is no conflict of interest.

Compliance with ethical standards: all the studies that involved human participants comply with the appropriate institutional and/or national research ethics committee and have been performed in accordance with the ethical standards as laid down in the 1964 Declaration of Helsinki and its later amendments or comparable ethical standards.

Cite this article: Zaslavsky B. G., Filatov M. A., Eskov V. V., Manina E. A. Non-Stationary States in Physics and Biophysics. *Russian Journal of Cybernetics*. 2020;1(2):56–62. DOI: 10.51790/2712-9942-2020-1-2-7.

Введение

В 1989 году I. R. Prigogine [1] впервые в истории науки обратил внимание на отсутствие в современной науке должного внимания в отношении нестабильных систем. Для них нет разработанной теории, и нет моделей для описания таких систем. К настоящему времени уже накопилось достаточно экспериментальных данных, которые позволяют представить некоторую классификацию таких нестабильных систем и построить некоторые теоретические модели для их описания.

Напомним, что W. Weaver [2] более 70 лет назад представил особую классификацию всех систем в природе. В нашей интерпретации речь идет фактически о детерминистских системах (*simplicity systems* — системы 1-го типа), стохастических (*nonorganized complexity* — системы 2-го типа) и системах третьего типа (СТТ) — *organized complexity*. Очевидно, что два первых типа систем — объект изучения современной науки, но для СТТ за эти более чем 70 лет ничего не было создано. К СТТ W. Weaver в первую очередь относил живые системы, но какими особыми свойствами обладают такие системы и почему они не могут быть объектом изучения функционального анализа и стохастики? На эти вопросы не были даны ответы ни W. Weaver, ни двумя нобелевскими лауреатами (I. R Prigogine [1, 3], M. Gell-Mann [4]).

Для ответов на эти вопросы нам необходимо представить особые свойства СТТ и предложить формальный аппарат для их описания, который может быть основан на ряде принципов квантовой механики [5-7]. При этом подчеркнем, что речь идет не о динамическом хаосе, а об особом типе нестабильных систем. Это системы со статистической неустойчивостью любых параметров $x_i(t)$, образующих вектор состояния системы $x=x(t)=(x_1, x_2, \dots, x_m)^T$ в m-мерном фазовом пространстве состояний (ФПС) [3-5]. Динамика поведения СТТ-complexity не может быть описана в рамках современной науки.

Общая проблема нестационарности

В живой и неживой природе существует огромное число объектов (систем), которые демонстрируют нестационарное поведение. Например, в 2009 году была обнаружена звезда *KIC* 8462852 (звезда Табби), которая демонстрировала особую нерегулярность как по светимости, так и по интервалам (периодам колебания) изменения этой светимости. В 2007 году были зарегистрированы быстрые радиовсплески (БРВ), которые также демонстрировали отсутствие какой-либо периодичности в своих характеристиках. На Земле также имеется много объектов, которые демонстрируют особую нестабильность. Она проявляется в отсутствии статистической устойчивости выборок вектора состояния системы $x=x(t)=(x_1, x_2, \dots, x_m)^T$ в ФПС [3, 4, 6-8].

В 1989 году I. R. Prigogine [1] подчеркивал (см. Philosophy of instability) необходимость изучения таких нестабильных систем, но за эти 30 лет никакого прогресса в этой области не установлено. Очевидно, что само понятие «нестабильность» требует четкого математического определения, которое на сегодня отсутствует, точнее отсутствует классификация видов нестабильности. Общепринятое определение стационарного режима (СР) для любой динамической системы (в детерминизме), для вектора состояния динамической системы $x(t)$ в ФПС в виде $dx/dt=0$ и $x_i=const$ имеет крайне ограниченное применение при изучении СТТ [6-8]. Оно касается систем, которые описываются в рамках функционального анализа, и сразу скажем, что все живые системы (СТТ, по определению W. Weaver [2]) не являются динамическими системами (в смысле детерминизма), т. е. для них $dx/dt \neq 0$ непрерывно (и постоянно) [8].

В стохастике существует понятие статистической устойчивости (неизменности), когда при многократных повторениях процесса при наблюдении многих выборок одной и той же переменной $x_i(t)$ мы будем наблюдать неизменность статистических функций распределения $f(x)$, их статистических характеристик (статистического среднего $\langle x \rangle$, статистической дисперсии (D_x^*), спектральных плотностей сигнала — СПС, автокорреляций $A(t)$ и т. д.). Если $f(x)$, СПС, $A(t)$ и др. характеристики от выборки к выборке не изменяются, то в стохастике делается заключение о неизменности системы [3–5].

Однако в живой и неживой природе существуют системы, которые невозможно повторить не только в конце процесса (в виде выборок конечного состояния системы $x_i(t_k)$), но и в виде начальных параметров вектора $x(t_0)$. При этом любое динамическое уравнение имеет уникальный характер, т. к. следующее повторение динамики процесса приводит к другим уравнениям [3–5]. Это означает отсутствие задачи Коши, отсутствие причинно-следственных связей и отсутствие прогнозируемости не только $x(t_k)$, но и любых выборок конечного состояния $x(t_k)$ [6–8]. Именно такими свойствами обладают живые системы.

Такие системы непрерывно показывают $dx/dt \neq 0$, а их статистические функции $f(x)$, СПС, $A(t)$, другие характеристики два раза подряд не могут быть повторены произвольно [3-9]. Это статистически неустойчивые системы с некоторой самоорганизацией. Они не могут описываться в рамках функционального анализа (детерминизма) или стохастики. Для них необходимо создавать новую теорию и новые модели. Очевидно, что такая работа требует в первую очередь разработки новых инвариант для оценки стационарных состояний (и нового понимания таких стационарных режимов — СР) и для оценки кинематики $x(t)$ в ФПС [3–5, 8]. Некоторые авторы [9–12] отмечают и неустойчивость в работе нейросетей мозга, которая приближается к хаосу СТТ [3–5].

Статистическая неустойчивость параметров в биомеханике и метеорологии

Ранее [3–5] мы отмечали, что в биомеханике любое движение имеет уникальный характер [13]. Это означает, что матрица парных сравнений выборок треморограмм (ТМГ) или теппинграмм (ТПГ) демонстрирует крайне малую долю стохастики (для ТМГ менее 5 %), т. е. мы наблюдаем статистический хаос для выборок ТМГ. Наши дальнейшие исследования показали, что аналогичный результат (низкая доля стохастики) наблюдается и для спектральных плотностей сигнала (СПС) в виде ТМГ, или ТПГ, или параметров ССС человека [14–15]. Например, в табл. 1 мы представляем матрицу парных сравнений СПС, которые были получены быстрым преобразованием Фурье от 15-ти ТМГ (от одного и того же испытуемого в его неизменном состоянии) [3–5].

Таблица 1

Матрица парного сравнения 15-ти СПС треморограмм одного испытуемого ГДВ при повторных экспериментах ($k_1 = 25$), по критерию Вилкоксона

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		,00	**,95**	,01	,00	**,13**	**,77**	,00	,00	,00	,00	,02	**,68**	,00	**,58**
2	,00		,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	**,08**	**,90**	,00	,00	,00	,00
3	,95	,00		,01	,00	**,15**	**,56**	,00	,00	,01	,00	**,48**	**,38**	,00	**,60**
4	,01	,00	,01		,00	,00	**,07**	,00	,00	,00	,00	,00	,01	,00	,01
5	,00	,00	,00	,00		,00	,00	**,11**	**,74**	,00	,00	,00	,00	,00	,00
6	,13	,00	,15	,00	,00		**,17**	,00	,00	,02	,00	**,60**	**,13**	,00	**,29**
7	,77	,00	,56	,07	,00	,17		,00	,00	,01	,00	,01	**,66**	,00	**,75**
8	,00	,00	,00	,00	,11	,00	,00		,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00
9	,00	,00	,00	,00	,74	,00	,00	,00		,00	,00	,00	,00	,00	,00
10	,00	,08	,01	,00	,00	,02	,01	,00	,00		,02	**,06**	,00	,00	,00
11	,00	,90	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,02		,00	,00	,00	,00
12	,02	,00	,48	,00	,00	,60	,01	,00	,00	,06	,00		**,12**	,00	**,17**
13	,68	,00	,38	,01	,00	,13	,66	,00	,00	,00	,00	,12		,00	**,54**
14	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00		,00
15	,58	,00	,60	,01	,00	,29	,75	,00	,00	,00	,00	,17	,54	,00	

Было построено несколько сот подобных матриц для самих выборок ТМГ и ТПГ их СПС и *A(t)* для более чем 100 испытуемых, и во всех случаях мы имели долю стохастики менее 25 %. Это означает, что число k_1 пар СПС, которые имеют критерий Вилкоксона $p \geq 0{,}05$, невелико. Отсутствует статистическая устойчивость выборок не только ТМГ или ТПГ, но и их СПС, *A(t)*, других статистических характеристик. Любая выборка в биомеханике будет уникальной (статистически неповторимой). Статистика тогда будет иметь исторический характер (прогнозы отсутствуют). Характерно, что это сейчас обозначено как эффект Еськова–Зинченко (ЭЕЗ) и этот ЭЕЗ распространен на многие другие параметры организма [7, 8, 13].

Подчеркнем, что к СТТ относятся не только живые системы, но и многие параметры климата, метеопараметры [3, 4]. В качестве примера представляем табл. 2 для температуры воздуха (за 15 лет, выборки за январь). В этой таблице представлены результаты статистического сравнения пар выборок параметров температуры воздуха T за 15 январей в Ханты-Мансийском автономном округе — Югре (за 15 лет). Очевидно, что число пар выборок температур k, для которых критерий Вилкоксона $p \geq 0{,}05$ (т. е. эти две сравниваемые выборки температуры могут иметь одну общую генеральную совокупность) невелико: k_2=30.

Таблица 2

Матрица парного сравнения выборок температуры T за месяц январь 1991–2009 гг., использовался критерий Вилкоксона (уровень значимости $p < 0{,}05$, число совпадений $k_2 = 30$)

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
1991		,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	**,62**	,00	,00	,00	,00
1992	,00		,03	,01	**,38**	**,50**	,00	**,98**	**,22**	**,15**	,00	,00	,00	**,80**	**,97**
1993	,00	,03		,00	,05	,00	**,37**	,02	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00
1994	,00	,01	,00		**,11**	,01	,00	,00	**,20**	**,06**	,04	,00	,00	,00	,00
1995	,00	,38	,05	,11		**,71**	,01	**,66**	**,12**	**,59**	,00	,00	,00	**,76**	**,63**
1996	,00	,50	,00	,01	,71		,00	**,37**	**,98**	**,62**	,01	,00	,00	**,51**	**,32**
1997	,00	,00	,37	,00	,01	,00		,01	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00
1998	,00	,98	,02	,00	,66	,37	,01		**,23**	,05	,00	,00	,00	**,56**	**,67**
1999	,00	,22	,00	,20	,12	,98	,00	,23		**,94**	,00	,00	,00	**,40**	**,08**
2000	,00	,15	,00	,06	,59	,62	,00	,05	,94		,00	,00	,00	,01	,05
2001	,62	,00	,00	,04	,00	,01	,00	,00	,00	,00		,00	,00	,00	,00
2002	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00		,00	,00	,00
2003	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00		,00	,00
2004	,00	,80	,00	,00	,76	,51	,00	,56	,40	,01	,00	,00	,00		**,97**
2005	,00	,97	,00	,00	,63	,32	,00	,67	,08	,05	,00	,00	,00	0,97	

Сравнивая характерные таблицы 1 и 2 (из биомеханики и метеорологии), мы можем сделать общее заключение об отсутствии статистически устойчивых выборок треморограмм и температур окружающей человека среды. Иными словами, мы доказываем гипотезу Н. А. Бернштейна о «повторении без повторений» не только в живой природе, но и в неживой. Для этих двух разных систем мы имеем ЭЕЗ, т. е. отсутствует статистическая устойчивость выборок x_i исследуемого процесса [3–5, 14–15]. Более того, это все приближает к понимианию особых законов живой природы с позиций физики и кибернетики, о чем пытался говорить E. Schrodinger и другие авторы. Очевидно, что создание новых моделей и новых инвариант должно изменить ситуацию в биофизике и кибернетике (при изучении СТТ).

Все такие системы сейчас мы обозначаем как гомеостатические системы (ГС), т. е. они демонстрируют статистический хаос (доля стохастики для ТМГ менее 5 %, а для T — менее 30 %). Как тогда сравнивать такие процессы, как определять неизменность системы и ее реальное изменение, если и в якобы стационарном режиме все статистические функции *f(x)*, СПС, *A(t)*, другие статистические характеристики непрерывно и хаотически изменяются? Для всех таких ГС имеет место ЭЕЗ, и тогда необходимо создавать новые инварианты и новые методы моделирования стационарных режимов (СР) [3, 4].

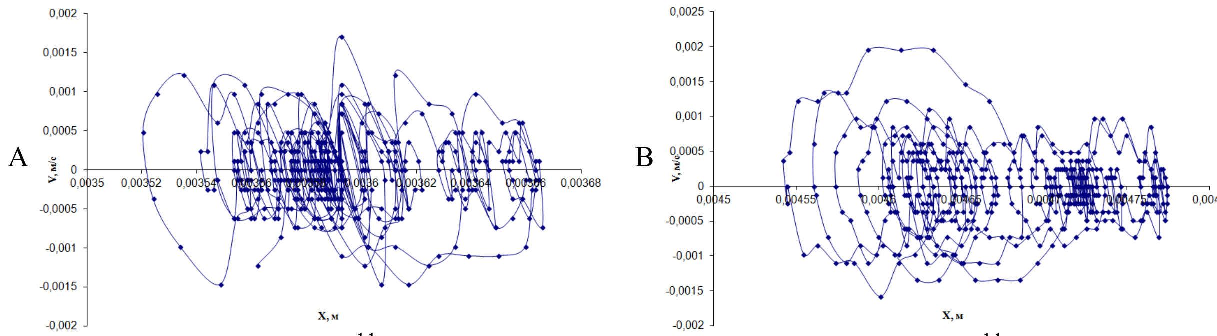
Новые инварианты для гомеостатических систем

Еще раз подчеркнем, что современная стохастика не может описывать системы, которые якобы находятся в неизменном состоянии, но их статистические функции, СПС, *A(t)* будут непрерывно и хаотически изменяться от выборки к выборке. Отметим, что если у нас разные объекты исследований, например, регистрируем ТМГ у 15-ти разных испытуемых, то мы так же получаем матрицу парного сравнения выборок ТМГ, похожую на табл. 1. В этом случае мы можем говорить о потере однородности выборок. В случае с температурой мы можем взять 15 разных выборок за январь определенного года, но с разных географических территорий и получим таблицу, сходную с табл. 2.

Наличие малых k_1 (низкая доля стохастики) говорит о потере однородности группы. Иными словами, мы никогда не сможем получить однородную группу испытуемых в биомеханике или параметров в метеорологии. Как работать с такими выборками? Что такое для таких систем (СТТ — ГС) стационарные режимы и какие инварианты необходимо брать для доказательства наличия СР в таких СТТ — ГС? Ответы на эти вопросы следуют из аналогов квантовой механики в описании СТТ-*complexity* [4–6].

Напомним, что принцип неопределенности Гейзенберга фактически накладывает ограничения на фазовые координаты x_1 — перемещение (квантовой частицы, например) и $x_2=dx_1/dt$ — скорость этого перемещения. Из неравенства Гейзенберга следует, что $\Delta x_i \cdot \Delta P \geq h/(4\pi)$, где $P=x_2 \cdot m$. Если (при малых скоростях) масса m частицы неизменна, то мы имеем уравнение Гейзенберга только для фазовых координат: $\Delta x_1 \cdot \Delta x_2 \geq h/(4\pi m)=Z^k_{min}$.

В случае с биомеханикой мы можем ввести аналог принципа Гейзенберга в виде: $Z_{max} \geq \Delta x_1 \cdot \Delta x_2 \geq Z_{min}$, где Z_{max} и Z_{min} являются некоторыми константами для данного испытуемого, находящегося в определенном состоянии. Очевидно, что Z_{max} и Z_{min} не имеют ничего общего с Z_{max} и Z_{min} из квантовой механики, но это реальные константы, которые ограничивают наши фазовые координаты (x_1 — координата пальца, x_2 — скорость изменения $x_1(t)$). На плоскости вектора $x=x(t)=(x_1, x_2)^T$ в биомеханике мы имеем некоторые фазовые траектории (см. рис.) движения *x(t)*, которые характеризуют тремор (или любое другое движение человека) в фазовом пространстве состояний (ФПС) [3–5].



$S_1 = 4{,}61 \cdot 10^{11}$ у.е. $S_2 = 8{,}21 \cdot 10^{11}$ у.е.

Рис. *Фазовые траектории и их ПА для одного и того же испытуемого: А — в период релаксации; В — в период нагрузки, F=3Н*

Рис. показывает характер фазовых траекторий ТМГ одного и того же испытуемого, находящегося в двух разных физических состояниях (тремор пальца без груза, F_1=0 и тремор пальца с грузом, F_2=3Н). В двух разных физических состояниях биомеханическая система демонстрирует два разных фазовых портрета. Причем каждая фазовая траектория происходит внутри прямоугольника со сторонами Δx_1 (вариационный размах по x_1) и Δx_2 — площади S_1 и S_2, внутри которых непрерывно и хаотически движется вектор *x(t)* [14–15].

Ограниченная область ФПС, внутри которой движется (хаотически и непрерывно) вектор состояния *x(t)* гомеостатической системы, мы обозначаем как псевдоаттрактор (ПА) (или квазиаттрактор (КА) Еськова). Точное определение ПА (или КА) мы представляем ниже, а сейчас только отметим, что площадь ПА и координаты его центра (см. рис.) являются инвариантами. Они статистически сохраняются для одной и той же ГС, находящейся в неизменном (с позиции новой теории хаоса-самоорганизации (ТХС) [3–5]) состоянии.

При оценке состояния (на рис. мы переходим от ПА^1 без груза к ПА^2 с грузом) системы наблюдается изменение площади S для ПА и изменяются координаты $x^c{}_i$ центра ПА. Подчеркнем еще раз, что функции *f(x)*, СПС, *A(t)* и т. д. непрерывно и хаотически изменяются. Представим определение ПА (или КА Еськова) в рамках функционального анализа.

Формально определение ПА имеет следующий вид: ПА — это ненулевое подмножество Q фазового m-мерного пространства D l= динамической биологической системы (СТТ), являющееся объединением всех значений $f(t_i)$ состояния биологической динамической системы на конечном отрезке времени $[t_j, \ldots, t_e]$ ($j<<e$, где t_j — начальный момент времени, а t_e — конечный момент времени состояний биосистем):

$$Q = \bigcup_{l=1}^{m} \bigcup_{i=j}^{e} f^l(t_i), \qquad Q \neq 0; \qquad Q \in D, \tag{1}$$

где m — количество координат x_i пространственных измерений.

Для иллюстрации неизменности (статистической устойчивости) выборок параметров площади S для ПА в случае с биомеханикой (регистрацией ТМГ) мы представляем табл. 3. Здесь представлены результаты расчетов площади S для ПА одного и того же испытуемого, находящегося в двух разных физических состояниях: без нагрузки на конечность (F_1=0) и с нагрузкой (F_2=3Н). Очевидно, что после 15-ти повторных регистраций ТМГ у одного испытуемого мы имеем существенные различия между средним значением $<S_1>$=3,02 у. е. (при F_1=0) и средним значением $<S_2>$=4,93 у. е. (при F_2=3Н) для одного и того же испытуемого. Площади S для ПА статистически устойчивы и существенно различаются.

Таблица 3

Значение площадей псевдоаттракторов S выборок треморограмм одного и того же испытуемого

	$S_1 \cdot 10^8$ у. е.,без нагрузки	$S_2 \cdot 10^8$, у. е., с нагрузкой $F_2 = 3$ Н
1	5,78	3,55
2	2,29	3,87
3	1,42	5,74
4	3,89	2,92
5	1,61	6,82
6	3,03	5,71
7	3,86	3,67
8	1,69	4,77
9	1,77	6,78
10	6,27	7,24
11	1,92	5,06
12	2,02	5,28
13	3,42	2,91
14	3,98	6,24
15	2,27	3,36
<S>	3,02	4,93
	Критерий Вилкоксона, значимость различий функций *f(x)* p=0,01	

В целом, в фазовых координатах x_1 и $x_2=dx_1/dt$ мы имеем в биомеханике инварианты (в виде площади псевдоаттрактора S) для одного и того же испытуемого. Изменение физического статуса (переход к F_2) приводит к изменению площади S. Подчеркнем, что при неизменности состояния биосистемы все статистические характеристики хаотически и постоянно изменяются (см. табл. 1 и рис.).

Таким образом, мы доказываем отсутствие инвариант для параметров биосистем в рамках стохастики (все выборки *x(t)* непрерывно и хаотически изменяются), что накладывает ограничения дальнейшего применения стохастики в биомеханике и изучении электрогенераторных биосистем [9–12]. С другой стороны появляются новые количественные характеристики, которые будут инвариантами для реально (в биологическом смысле) стационарных режимов различных биосистем. Очевидно, что вся биофизика и биокибернетика сейчас нуждаются в создании новой теории и новых моделей в описании СТТ-*complexity*, особых гомеостатических систем со статистической неустойчивостью выборок *x(t)* [13, 16].

Заключение

Проблема в изучении статистической устойчивости выборок параметров в биомеханике и теории электрогенеза переходит в особую (новую) плоскость. Сейчас уже твердо доказано отсутствие статистической устойчивости выборок параметров треморограмм, теппинграмм (а также многих биоэлектрических процессов, которые обеспечивают регуляцию движений, например, электромиограмм и электроэнцефалограмм). Нет повторений не только статистических функций распределения *f(x)* выборок $x_i(t)$, но и их спектральных плотностей сигнала, автокорреляций и т. д. для других параметров СТТ-*complexity* [14–16].

Все это подводит нас к выводу об окончании дальнейшего применения методов стохастики в оценке биомеханических параметров (и электрогенераторных систем), что так широко сейчас используется в биофизике, теории электрогенеза, науках о мозге. Возникает необходимость создания новых инвариантов, новых моделей и новой теории для описания систем третьего типа (по классификации W. Weaver). С этих позиций мы предлагаем ввести аналог принципа неопределенности Гейзенберга в описании таких неустойчивых систем. В этом случае параметры псевдоаттракторов сохраняются и мы можем регистрировать статические состояния СТТ или их эволюцию (кинематику в фазовых пространствах состояний).

При кинематике СТТ-*complexity* мы наблюдаем движение центра ПА в ФПС или изменение объема ПА. Сейчас разрабатываются критерии для оценки скорости и ускорений в кинематике СТТ (в ФПС), что позволит избежать проблем, которые связаны со статистической неустойчивостью выборок *x(t)* в виде эффекта Еськова–Зинченко [14–15].

ЛИТЕРАТУРА

1. Prigogine I. R. The Philosophy of Instability. *Futures*. 1989:396–400.
2. Weaver W. Science and Complexity. *American Scientist*. 1948;36(4):536–544.
3. Betelin V. B., Eskov V. M., Galkin V. A., Gavrilenko T. V. Stochastic Volatility in the Dynamics of Complex Homeostatic Systems. Doklady Mathematics. 2017;95(1):92–94.
4. Eskov V. V., Gavrilenko T. V., Eskov V. M., Vokhmina Yu. V. Phenomenon Of Statistical Instability Of The Third Type Systems – Complexity. Technical Physics. 2017;62(11):1611–1616.
5. Eskov V. V., Filatova D. Yu., Ilyashenko L. K., Vochmina Yu. V. Classification of Uncertainties in Modeling of Complex Biological Systems. *Moscow University Physics Bulletin*. 2019;74(1):57–63.
6. Zilov V. G., Eskov V. M., Khadartsev A. A., Eskov V. V. Experimental Verification of the Bernstein Effect “Repetition without Repetition”. *Bulletin of Experimental Biology and Medicine.* 2017;163(1):1–5.
7. Zilov V. G., Khadartsev A. A., Eskov V. M., Ilyashenko L. K. New Effect in Physiology of Human Nervous Muscle System. Bulletin Of Experimental Biology And Medicine. 2019;167(4):419–423.
8. Zilov V. G., Khadartsev A. A., Eskov V. V., Eskov V. M. Experimental Study of Statistical Stability of Cardiointerval Samples. *Bulletin of Experimental Biology and Medicine*. 2017;164(2):115–117.
9. Churchland M. M., Shenoy K. V. Temporal Complexity and Heterogeneity of Single-Neuron Activity in Premotor and Motor Cortex. *Journal of Neurophysiology*. 2007;97:4235–4257.
10. Churchland M. M., Cunningham J. P., Kaufman M. T., Foster J. D., Nuyujukian P., Ryu S. I., Shenoy K. V. Neural Population Dynamics during Reaching. *Nature*. 2012;487(7405):51–56.
11. Albert S. T., Hadjiosif A. M., Jang J., Zimnik A. J., Soteropoulos D. S., Baker S. N., Churchland M. M., Krakauer J. W., Shadmehr R. Postural Control of Arm and Fingers through Integration of Movement Commands. *Elife*. 2020;9: e52507.
12. Sussillo D., Churchland M. M., Kaufman M. T., Shenoy K. V. A Neural Network That Finds a Naturalistic Solution for the Production of Muscle Activity. *Nature*. *Neuroscience*. 2015;18(7):1025–1033.
13. Filatova O. E. Standardizing Measurements of the Parameters of Mathematical Models of Neural Networks. *Measurement Techniques*. 1997;40(1):55–59.
14. Filatova D. Yu., Bashkatova Y. V., Melnikova E. G., Shakirova L. S. Homogeneity of the Parameters of the Cardiointervals in School Children after North-South Travel. *Human Ecology*. 2020;1:6–10. (In Russ.)
15. Filatova O. E., Gudkov A. B., Eskov V. V., Chempalova L. S. The Concept of Uniformity of a Group in Human Ecology. *Human Ecology*. 2020;2:40–44. (In Russ.)
16. Grigorenko V. V., Eskov V. M., Nazina N. B., Egorov A. A. Information-Analytical System of Cardiographic Information Functional Diagnostics. Journal of Physics: Conference Series. 2020;1515:052027.