

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ДОКАЗАТЕЛЬСТВО ГИПОТЕЗЫ Н. А. БЕРНШТЕЙНА О «ПОВТОРЕНИИ БЕЗ ПОВТОРЕНИЙ»

Г.В. ГАЗЯ¹, М.А. ФИЛАТОВ², Л.С. ШАКИРОВА³

¹ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет», ул. Чехова, 16, г. Ханты-Мансийск, Россия, 628012

²БУ ВО ХМАО-Югры «Сургутский государственный университет», ул. Ленина, 1, Сургут, Россия, 628400

³ФГУ «ФНЦ Научно-исследовательский институт системных исследований Российской академии наук». Обособленное подразделение «ФНЦ НИИСИ РАН» в г. Сургуте, ул. Базовая, 34, Сургут, Россия, 628400

Аннотация. После выхода монографии Н.А. Бернштейна о построении движений основное внимание было уделено системам организации движений: системы А, В, С, D, E. При этом базовую гипотезу Бернштейна о "повторении без повторений" игнорировали более 50-ти лет. Однако эта гипотеза была доказана Бернштейном качественно именно на основе этих пяти систем. За последние 20 лет мы доказали эту гипотезу количественно и построили математические модели таких систем управления. Все это получило название эффекта Еськова-Зинченко в биомеханике. Этот эффект показывает статистическую нестабильность в организации как произвольных движений, так и произвольных.

Ключевые слова: хаос, стохастика, неустойчивость, эффект Еськова-Зинченко.

MATHEMATICAL PROOF OF THE HYPOTHESIS OF N. A. BERNSTEIN ABOUT «REPETITION WITHOUT REPETITION»

G.V. GAZYA¹, M.A. FILATOV², L.S. SHAKIROVA³

¹Ugra State University, 6, Chekhova str., Khanty-Mansiysk, Russia, 628012

²Surgut State University, Lenin Ave., 1, Surgut, Russia, 628408

³FGU "Federal Research Center Scientific Research Institute for System Research of the Russian Academy of Sciences", Separate Subdivision of the Federal Scientific Center NIISI RAS in Surgut, 34, Bazovaya Street, Surgut, Russia, 628426

Abstract. After the publication of the monograph by N.A. Bernstein on the construction of movements, the focus was on systems for organizing movements of systems: A, B, C, D, E. At the same time, Bernstein's basic hypothesis of "repetition without repetition" was ignored for more than 50 years. However, this hypothesis was proved qualitatively by Bernstein on the basis of these five systems. Over the past 20 years, we have proven this hypothesis quantitatively and built mathematical models of such control systems. All this was called the Eskov-Zinchenko effect in biomechanics. This effect shows statistical instability in the organization of both involuntary movements and arbitrary ones.

Key words: chaos, stochastics, instability, Eskov-Zinchenko effect.

Введение. С момента выхода монографии Н.А. Бернштейна «О построении движений» прошло почти 75 лет, но отдельные положения этой работы продолжают обсуждаться [1]. Основное внимание в этих обсуждениях уделяется вопросам роли центрального управления движениями [2].

Значение этой работы [1] в аспекте представления не менее пяти разных систем управления движением (системы А, В, С, D, E) огромно. Однако, эта работа выдвинула и ряд весьма важных гипотез и положений о роли центральной нервной системы (ЦНС) в организации движений. Есть ли отличия между произвольными и произвольными движениями?

На наш взгляд наиболее важная проблема, которую представил Бернштейн в своей работе, связана не столько с системами управления движений, а с процессом реализации этих управляющих воздействий на мышцы человека и животных. Возможно ли повторение в таких управлениях движением?

Действительно, вопрос о том, как реализуются эти гипотезы на уровне мышц – это наиболее принципиальная проблема во всей физиологии нервно-мышечной системы (НМС). Насколько точно реализуется управление со стороны ЦНС самими мышцами? На этот счёт у Н.А. Бернштейна была своя гипотеза – это гипотеза о «повторении без повторений» - ГПБП [1]. Может ли ЦНС обеспечить такое повторение движений?

Доказательство этой гипотезы Бернштейна (ГПБП) привело нас к эффекту Еськова-Зинченко (ЭЕЗ) [3-11]. Оказалось, что этот ЭЕЗ не только изменил наши представления об организации движений, но он потребовал изменить все представления об организации любых функций организма человека, а не только в работе НМС [2-8]. Более того, мы доказали, что хаос начинается в поведении НСМ [3-18]. Это потребовало издания новой науки – теории хаоса-самоорганизации (ТХС) [3-11].

1. Главная идея Н.А. Бернштейна.

На сегодня мы твёрдо убеждены, что нейросети мозга человека содержат от 80-ти до 100-а миллиардов нейронов. При этом каждый нейрон может содержать около 2000 синапсов. В итоге, мы имеем огромное число разных состояний нейросетей мозга. Это число гораздо больше 10^{100} , оно огромно!

Поскольку работа НСМ сопровождается некоторой траекторией развития возбуждения в НСМ, то очевидно, что этот «след» биоэлектрической активности распространения возбуждения носит характер некоторой связной структуры возбуждающихся нейронов и их сигналов. Очевидно, что эти следы меняются, но как они меняются?

Н.А. Бернштейн высказал гипотезу: поскольку систем, участвующих в организации движений как минимум пять (системы А, В, С, D, E) и они могут произвольно включаться и выключаться (а их сила включения хаотично изменяется), то точное повторение такого сигнала для нейронов невозможно произвольно реализовать. Длительность и сила вовлечения нейронов хаотична. Более того, число нейронов и сила их вовлечения хаотично изменяются. Поэтому можно ожидать и хаос в управлении движениями [1].

Это очевидно из того огромного количества нейронов, участвующих в процессе организации движений. Это легко наблюдать, например, в организации дыхательных движений. Любой вздох (или выдох) сопровождается работой пула инспираторных нейронов. Но их сила и длительность работы (в дыхательном акте) сильно варьирует. Каждый нейрон демонстрирует неповторимый паттерн по силе, длительности и т.д. Нет повторений в рисунке такого паттерна [12-19].

Если регистрировать работу отдельного дыхательного нейрона, то можно зарегистрировать хаотичную изменчивость длительности и силы каждого паттерна каждого инспираторного нейрона. Любой нейрон может даже включиться в дыхательный акт и произвольно выключиться (через несколько актов, например). Это и есть хаос нейронов. Каких-либо повторений в такой хаотичности нет, нейроны произвольно «затухают», а потом опять возбуждаются [20-29].

Все это мы многократно наблюдали в тысячах экспериментах при изучении работы дыхательного центра кошек, крыс, собак и т.д. [7-12].

Любой нейрон дыхательного центра может демонстрировать статистическую неустойчивость паттерна.

Очевидно, что тоже должен быть хаос при организации движения когда системы А (В, С, D, E) могут произвольно включаться или выключаться. Организация движений

происходит каждый раз разным образом (остается «след» управления движений еще при включении в работу нейронов). В этом смысле гипотеза Бернштейна очевидна [1].

Однако, за более чем 50 лет никто не доказал экспериментально эту гипотезу о повторении без повторений. При этом мы говорим сейчас о работе нейронов мозга (НСМ) человека. Но есть еще проблема хаоса для НМС (отсутствие повторений в работе общих мышц). Мышцы сердца тоже хаотично работают (как и вся НМС) [20-24].

В целом, мы сейчас говорим о глобальном хаосе в организации движений. Этот хаос начинается в НСМ, где «след» возбуждения нейронов может быть каждый раз разным и в хаосе в работе самих нейронов. В последнем случае разные нейроны включаются и выключаются в работе любой НСМ [8-11, 30-41].

2. Хаотическая работа мышц при постуральном треморе в режиме произвольных движений.

Напомним, что хаос в организации движений мы выявили на примере изучения треморограмм (ТМГ) и теппинграмм (ТПГ), которые регистрируются у одного и того же испытуемого подряд (в покое, сидя). Сейчас мы рассмотрим динамику поведения треморограмм одного (любого) испытуемого [14-28].

В итоге мы получали от одного испытуемого по 15-ть ТМГ (каждая выборка содержала 500 точек). Все эти 15 выборок статистически сравнивались. Для этого (см. табл. 1) строилась матрица парных сравнений выборок ТМГ одного человека. В эту матрицу вносились критерии Вилкоксона p_{ij} [36-45].

Таблица 1

Матрица парного сравнения выборок треморограмм (ТМГ) одного и того же человека (без нагрузки, число повторов $n=15$), использовался критерий Вилкоксона (критерий различий $p<0,05$, число совпадений $k_I=3$)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.63	.00	.00	.00	.00	.00	.00
2	.00		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
3	.00	.00		.69	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
4	.00	.00	.69		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
5	.00	.00	.00	.00		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
6	.00	.00	.00	.00	.00		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
7	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
8	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
9	.63	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.00	.00	.00	.00	.00	.00
10	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.00	.00	.00	.00	.00
11	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.00	.00	.00	.70
12	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.00	.00	.00
13	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.00	.00
14	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.00
15	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.70	.00	.00	.00	

Аналогичным образом строились матрицы парных сравнений выборок ТМГ от 15-ти разных испытуемых. В этом случае речь идет о группе якобы одинаковых (по возрасту, полу и т.д.) испытуемых. Таких матриц построено более 500. Для разных испытуемых использовали критерий Манна-Уитни (а также многие другие критерии для несвязных выборок).

Оказалось, что как в матрицах для одного испытуемого, так и в матрицах для 15-ти разных испытуемых число пар выборок ТМГ (число k), которые могут иметь общую генеральную совокупность будет невелико. Обычно $k \leq 5\%$ от всех 105-ти разных пар в каждой такой матрице [12-18].

Подчеркнем, что табл.2 представляет матрицу парных сравнений 15-ти выборок

группы разных испытуемых. Иными словами, мы у каждого испытуемого регистрировали одну выборку ТМГ (5

секунд, 500 точек – значения ТМГ) и рассчитывали матрицу парных сравнений этих ТМГ.

Таблица 2

Матрица парного сравнения выборок треморограмм (ТМГ) группы испытуемых (число повторов $N=15$), использовался p -критерий Ньюмана-Кейлса ($p<0,05$, число совпадений $k_2=7$)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		0,42	0,72	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,42		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
3	0,72	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
4	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
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	0,65	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,02
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,26		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,28	0,00	0,00	0,00		0,02	0,00	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	0,02		0,00	0,00	0,00	0,00
12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,01
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,89	0,00
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,89		0,00
15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	

Оказалось, что как для одного человека (в режиме 15-ти повторов регистрации ТМГ), так и для 15-ти разных людей (по одной выборке ТМГ у каждого испытуемого) результат получается одинаковый. Число пар выборок $k_1 \leq 5\%$ (для одного) и k_2 (для группы) $k_2 \leq 15\%$.

Но если в первом случае мы имеем ЭЭЗ, который означает потерю эргодичности любой выборки (выборка ТМГ не устойчива (статистически) во времени), то в табл.2 мы имеем более сложную ситуацию. Число k_2 в табл.2 (и сотнях ей подобных) означает потерю однородности группы. Мы не можем объединять таких людей в одну (общую) группу.

3. Хаос в параметрах теплинграмм (произвольные движения).

Сразу отметим, что при регистрации треморограмм – ТМГ (с помощью токовихревого датчика точность измерения расстояния $x(t)$ между пальцем и датчиком была $\Delta x < 0,1$ мм) мы получали выборку треморограмм, которая состояла из 500 точек. Из-за того, что время регистрации

$\Delta t = 5$ сек., а период регистрации сигнала (ТМГ) $\Delta T = 0,01$ сек, то выборка получилась весьма репрезентативной.

Мы регистрировали подряд по 15 выборок таких по критерию Вилкоксона p_{ij} . Если $p_{ij} \geq 0,05$, то такая пара ТМГ может иметь общую генеральную совокупность. В этом случае мы можем говорить о статистическом совпадении этих двух выборок ТМГ.

Многочисленные повторные регистрации выборок (по 15 штук) ТМГ у любых испытуемых (было несколько сотен таких обследуемых) позволили нам построить несколько сотен матриц парных сравнений выборок ТМГ. В эти матрицы мы вносили в качестве элементов a_{ij} критерии Вилкоксона p_{ij} – для сравнения i -й и j -й выборок (см. табл.1 выше).

Если такой критерий Вилкоксона $p_{ij} \geq 0,05$, то такая пара выборок ТМГ может иметь общую генеральную совокупность. При $p_{ij} < 0,05$ такая пара не имеет статистического совпадения. Во всех таких матрицах парных сравнений выборок ТМГ

мы находили числа k_i – число пар, для которых критерий Вилкоксона $p_{ij} \geq 0,05$. Было установлено, что все значения таких $k_i \leq 5\%$ от всех 105-ти разных пар в каждой матрице.

Еще раз подчеркнем, во всех таких матрицах (как табл. 1) числа $k \leq 5\%$, что доказывает ЭЭЗ и отсутствие определенности выборок ТМГ для любого человека на планете. Нет статистической повторяемости выборок ТМГ, нет эргодичности ТМГ. Для группы такая ситуация резко усложняется.

До настоящего времени считалось, что мозг управляет движением в режиме стохастики. Это означает, что если с человеком ничего не происходит (физиологически, физически, психически и т.д.), то такой человек должен генерировать повторяющиеся выборки всех своих параметров функций организма.

Одновременно существовала и другая догма. Если таких одинаковых (по полу, возрасту, с одним заболеванием и т.д.) людей объединить в одну группу, то такая группа будет однородной. ЭЭЗ завершил эту догму биомедицины, психологии, экологии и др. наук о жизни. Мы видим 15 якобы одинаковых людей (здоровых, одного

возраста, пола и т.д.), в одинаковых условиях эксперимента и зарегистрировали (у каждого) по одной выборке ТМГ (см. табл. 2 выше).

В матрицах парных сравнений выборок ТМГ для 15-ти разных испытуемых тоже нет устойчивости выборок. Оказалось, что и здесь имеет место ЭЭЗ. Мы построили сотни таких матриц и чисел k_2 (числа пар, для которых выборки ТМГ по критерию Манна-Уитни (Краскела-Уоллиса, Ньюмена-Кейлса и т.д.) могут выявить общую генеральную совокупность очень мало.

Обычно число $k_2 \leq 5\%$ для ТМГ (для группы испытуемых). В итоге, мы доказали не только потерю однородности группы (любой), но и потерю однородности выборок ТМГ. Аналогичный результат мы получили и для произвольных движений в виде ТМГ. Если зарегистрировать у одного испытуемого одновременно 15 выборок теплинграмм, то мы тоже получим ЭЭЗ.

Это означает, что нет статистической устойчивости выборок ТПГ как у одного человека, так и в группе из 15-ти разных испытуемых. Для примера мы представляем табл. 3.

Таблица 3

Матрица парного сравнения выборок теплинграмм (ТПГ) одного и того же человека (без нагрузки, число повторов $n=15$), использовался критерий Вилкоксона (критерий различий $p < 0,05$, число совпадений $k_3=20$)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00
2	0.00		0.00	0.00	0.41	0.11	0.92	0.00	0.17	0.00	0.02	0.00	0.00	0.03	0.10
3	0.01	0.00		0.16	0.00	0.30	0.02	0.00	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.01	0.00	0.16		0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.41	0.00	0.00		0.03	0.09	0.00	0.01	0.00	0.04	0.00	0.00	0.55	0.53
6	0.00	0.11	0.30	0.02	0.03		0.58	0.00	0.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03
7	0.00	0.92	0.02	0.00	0.09	0.58		0.00	0.03	0.00	0.11	0.00	0.00	0.19	0.16
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	0.00	0.00
9	0.00	0.17	0.27	0.00	0.01	0.76	0.03	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.17	0.00	0.00
11	0.00	0.02	0.00	0.00	0.04	0.00	0.11	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.85	0.49
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.01	0.00	0.00
13	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.00	0.01		0.00	0.00
14	0.00	0.03	0.00	0.00	0.55	0.01	0.19	0.00	0.00	0.00	0.85	0.00	0.00		0.04
15	0.00	0.10	0.00	0.00	0.53	0.03	0.16	0.00	0.00	0.00	0.49	0.00	0.00	0.04	

Очевидно, что ЭЭЗ глобален, но для произвольных движений (ТПГ) число $k_3 \leq 15\%$, т.е. это число в 2-3 раза больше, чем для тремора НМС (см. табл. 3).

Обсуждение. Более 75-ти лет назад выдающийся механик 20-го века Н.А. Бернштейн выдвинул гипотезу о «повторении без повторений» [1]. Никаких экспериментальных доказательств Бернштейн не представил. Однако он представил 5 систем организации движений [1].

Через 50 лет мы доказали эту гипотезу в виде ЭЭЗ, т.е. в виде отсутствия статистических повторений выборки сначала ТМГ, а затем и произвольных движений в виде теппинграмм (ТПГ). В любом случае ЭЭЗ доказывает отсутствие эргодичности в работе мышц.

Если нет статистических повторений выборок ТМГ и ТПГ, то нет эргодичности, но и нет однородных групп в работе НМС. Ни один человек, ни группа не могут продемонстрировать статистически совпадающие выборки ТМГ и ТПГ. Все непременно изменяется.

Литература

1. Бернштейн Н.А. О построении движений – М.: Медгиз, 1947. – 254с.
2. Хадарцева К. А., Филатова О. Е. Новое понимание стационарных режимов биологических систем. // Успехи кибернетики. – 2022. – 3(3).– Стр. 92-101. DOI: 10.51790/2712-9942-2022-3-3-10.
3. Пятин В. Ф., Еськов В. В., Филатова О. Е., Башкатова Ю. В. Новые представления о гомеостазе и эволюции гомеостаза // Архив клинической и экспериментальной медицины. – 2019. – Т. 28, № 1. – С. 21-27.
4. Еськов В.М., Пятин В.Ф., Башкатова Ю.В. Медицинская и биологическая кибернетика: перспективы развития. // Успехи кибернетики. – 2020. – Т.1, №1. – С. 64-72.
5. 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). – Стр.102-112. DOI: 10.51790/2712-9942-2022-3-3-11.
6. Eskov V.V., Gazya G.V., Bashkatova Yu.V., Filatova O.E. Systems synthesis: environmental factors impact assessment in non indigenous women living in the North // *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. – 2022.– Sci.* 981 032089 DOI 10.1088/1755-1315/981 /3/032089.
7. Eskov V.V., Manina E.A., Filatov M.A., Gavrilenko T.V. Living systems' chaos: The problem of reduction in physics and biology // *AIP Conference Proceedings* 2647, 070031 (2022) <https://doi.org/10.1063/5.0106816>.
8. Заславский Б.Г., Филатов М.А., Еськов В.В., Манина Е.А. Проблема нестационарности в физике и биофизике. // Успехи кибернетики. – 2020.– Т. 1, №2. – С. 61–67.
9. Хадарцев А.А., Филатова О.Е., Еськов В.В., Мандрыка И.А. Энтропийный подход в физике живых систем и теории хаоса-самоорганизации. // Успехи кибернетики. – Успехи кибернетики. – 2020.– Т. 1, №3. – С. 41-49.
10. Еськов В.В., Ивахно Н.В., Гриценко И.А., Мамина К.Е. Новое понятие системного синтеза в биомедицине и экологии человека // Вестник новых медицинских технологий. – 2021. – Т. 28. – № 4. – С. 118-122.
11. Еськов В.В. Системный анализ и синтез в биомедицине // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. – 2021. – Т. 15, № 4. – С. 31-44.
12. Галкин В.А., Филатов М.А., Музиева М.И., Самойленко И.С. Базовые аксиомы биокибернетики и их инварианты // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2022. – № 2. – С. 65-79.
13. 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.

14. Еськов В.В. Математическое моделирование гомеостаза и эволюции *complexity*: монография. Тула: Издательство ТулГУ, 2016. – 307 с.
15. Eskov V.V., Orlov, E.V., Gavrilenko, T.V., Manina, E.A. (2022). Capabilities of Artificial Neuron Networks for System Synthesis in Medicine. // 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_16.
16. 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.
17. 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.
18. 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>.
19. Еськов В.В., Пятин В.Ф., Шакирова Л.С., Мельникова Е.Г. Роль хаоса в регуляции физиологических функций организма / Под ред. А.А. Хадарцева. Самара: ООО «Порто-принт», 2020. – 248 с.
20. 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.
21. Еськов В.М., Галкин В.А., Филатова О.Е. Конец определенности: хаос гомеостатических систем / Под ред. Хадарцева А.А., Розенберга Г.С. Тула: изд-во Тульское производственное полиграфическое объединение, 2017. – 596 с.
22. Еськов В.М., Галкин В.А., Пятин В.Ф., Филатов М.А. Организация движений: стохастика или хаос? / Под. ред. член-корр. РАН, д.биол.н., профессора Г.С. Розенберга. Самара: Издательство ООО «Порто-принт», 2020. – 144 с.
23. Пятин В. Ф., Еськов В.В. Может ли быть статичным гомеостаз?// Успехи кибернетики. – Успехи кибернетики. – 2021.– Т. 2, №1. – С. 41-49.
24. Khadartsev A.A., Eskov V.V., Pyatin V.F., Filatov M.A. The Use of Tremorography for the assessment of motor functions // Biomedical engineering. – 2021. – Vol. 54, No. 6. – Pp. 388-392.
25. Eskov V.V. Modeling of biosystems from the stand point of “complexity” by W. Weaver and “fuzziness” by L.A. Zadeh // Journal of Physics Conference Series. 2021. Vol. 1889(5). P. 052020 DOI:10.1088/1742-6596/1889/5/052020.
26. Khadartsev A.A., Eskov V.V., Pyatin V.F., Filatov M.A. The Use of Tremorography for the assessment of motor functions // Biomedical engineering. 2021. Vol. 54(6). Pp. 388-392. DOI:10.1007/s10527-021-10046-6.
27. Kozlova V.V., Galkin V.A., Filatov M.A. Diagnostics of brain neural network states from the perspective of chaos // Journal of Physics Conference Series. 2021. Vol. 1889(5). P. 052016 DOI:10.1088/1742-6596/1889/5/052016.
28. 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.
29. Eskov V.V., Filatov M.A., Galkin V.A., Filatova O.E. New computational methods for investigation of the third type of systems. // AIP Conference Proceedings – 2021.– 2402, 050017, doi.org/10.1063/5.0073431.
30. Eskov V.M. Methods for Identifying Two Types of Uncertainty in BioCybernetics // AIP Conference Proceedings 2402, 050042 (2021); <https://doi.org/10.1063/5.0072488>.

31. 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.
32. Газя Г.В., Еськов В.В. Искусственные нейросети в оценке возрастных изменений Вестник новых медицинских технологий. – 2022. – Т. 29. – №1. – С.101-105. DOI: 10.24412/1609-2163-2022-1-101-105.
33. Газя Г.В., Еськов В.В., Орлов Е.В., Стратан Н.Ф. Влияние факторов севера и промышленного производства на возрастные изменения работы сердца Вестник новых медицинских технологий. – 2022. – Т. 29. – №1. – С.106-109. DOI: 10.24412/1609-2163-2022-1-106-109.
34. Еськов В.В., Газя Г.В., Асриев Е.А. Возрастные аспекты изменения параметров кардиоритма женского населения Севера РФ Вестник новых медицинских технологий. – 2022. – Т. 29. – № 2. – С.100-103. DOI: 10.24412/1609-2163-2022-2-100-103.
35. Газя Г.В., Еськов В.В., Галкин В.А., Филатова О.Е. Состояние сердечно-сосудистой системы работников нефтегазовой отрасли в условиях действия промышленных электромагнитных полей Вестник новых медицинских технологий. – 2022. – Т. 29. – № 2. – С. 104-108. DOI: 10.24412/1609-2163-2022-2-104-108.
36. Еськов В.В., Шакирова Л.С. Почему детерминистский и стохастический подход невозможно использовать в кардиологии и во всей медицине? // Вестник новых медицинских технологий. – 2022. – Т. 29. – № 4. – С.117-120. DOI: 10.24412/1609-2163-2022-4-117-120.
37. Коннов П.Е., Еськов В.В., Газя Н.Ф., Манина И.А., Филатов М.А. Оценка клинических показателей больных хроническим актиническим дерматитом // Вестник новых медицинских технологий. – 2022. – Т. 29. – № 4. – С.121-124. DOI: 10.24412/1609-2163-2022-4-121-124.
38. Шакирова Л.С., Еськов В.М., Кухарева А.Ю., Музиева М.И., Филатов М.А. Границы стохастики в медицинской кибернетике. // Вестник новых медицинских технологий. – 2022. – Т. 29. – № 4. – С.125-128. DOI: 10.24412/1609-2163-2022-4-125-128.
39. Еськов В.М., Гавриленко Т.В., Музиева М.И., Самойленко И.А. Теория динамического хаоса не может описывать биосистемы // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2022 – №3. – С.87-95. 87 DOI: 10.12737/2306-174X-2022-60-71.
40. Башкатова Ю.В., Шакирова Л.С., Филатова О.Е., Чемпалова Л.С. Реакция сердечно-сосудистой системы женщин на гипертермические воздействия // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2022 – №3. – С.27-39. 27 DOI: 10.12737/2306-174X-2022-26-32.
41. Еськов В.М., Пятин В.Ф., Чемпалова Л.С., Шамов К.А., Кухарева А. Существуют ли возможности для исследования стохастики в кардиологии и во всей медицине? // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2022. – №1. – С.28-47. DOI: 10.12737/2306-174X-2022-1-28-49.
42. Филатова О.Е., Еськов В.М., Галкин В.А., Музиева М.И., Кухарева А. Существуют ли отличия классификации систем искусственного интеллекта? // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2022. – №1. – С.48-59. DOI: 10.12737/2306-174X-2022-1-48-59.
43. Еськов В.В., Шакирова Л.С., Кухарева А.Ю. Почему детерминистский и стохастический подход невозможно использовать в кардиологии и во всей медицине? // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2022 – №2. – С.46-54. DOI: 10.12737/2306-174X-2022-2-46-54.
44. Буданов В.Г., Попов Ю.М., Филатов М.А., Кухарева А. Хронология Возникновения трех видов систем. //Сложность. Разум. Постнеклассика. –

2022. – №3. – С.40-52. DOI: 10.12737/2306-174X-2022-3-33-41.

45. Козупица Г.С., Пятин В.Ф., Кухарева А., Байтуев И.А. Три великие проблемы Гинзбурга и три реальные проблемы биомедицины. //Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2022. – №3. – С.5-14. DOI: 10.12737/2306-174X-2022-3-5-14.

References

- Bernshtejn N.A. O postroenii dvizhenij – M.: Medgiz, 1947. – 254s.
- Hadarceva K. A., Filatova O. E. Novoe ponimanie stacionarnyh rezhimov biologicheskikh sistem. // Uspekhi kibernetiki [Russian Journal of Cybernetics] [Russian Journal of Cybernetics]. – 2022. – 3(3). – Str. 92-101. DOI: 10.51790/2712-9942-2022-3-3-10.
- Pyatin V. F., Eskov V. V., Filatova O. E., Bashkatova Yu. V. Novye predstavleniya o gomeostaze i evolyucii gomeostaza // Arhiv klinicheskoy i eksperimental'noj mediciny [Archive of Clinical and Experimental Medicine]. – 2019. – Т. 28, № 1. – S. 21-27.
- Eskov V.M., Pyatin V.F., Bashkatova Yu.V. Medicinskaya i biologicheskaya kibernetika: perspektivy razvitiya. // Uspekhi kibernetiki [Russian Journal of Cybernetics] [Russian Journal of Cybernetics]. – 2020. – Т.1, №1. – S. 64-72.
- 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 [Russian Journal of Cybernetics] [Russian Journal of Cybernetics]. – 2022, – 3(3). – Str.102-112. DOI: 10.51790/2712-9942-2022-3-3-11.
- Eskov V.V., Gazya G.V., Bashkatova Yu.V., Filatova O.E. Systems synthesis: environmental factors impact assessment in non indigenous women living in the North // *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 981 032089 DOI 10.1088/1755-1315/981/3/032089.
- Eskov V.V., Manina E.A., Filatov M.A., Gavrilenko T.V. Living systems' chaos: The problem of reduction in physics and biology // AIP Conference Proceedings 2647, 070031 (2022) <https://doi.org/10.1063/5.0106816>.
- Zaslavskij B.G., Filatov M.A., Eskov V.V., Manina E.A. Problema nestacionarnosti v fizike i biofizike. // Uspekhi kibernetiki [Russian Journal of Cybernetics] [Russian Journal of Cybernetics]. – 2020. – Т. 1, №2. – S. 61–67.
- Hadarcev A.A., Filatova O.E., Eskov V.V., Mandryka I.A. Entropijnyj podhod v fizike zhivyh sistem i teorii haosa-samoorganizacii. // Uspekhi kibernetiki [Russian Journal of Cybernetics] [Russian Journal of Cybernetics]. – Uspekhi kibernetiki [Russian Journal of Cybernetics] [Russian Journal of Cybernetics]. – 2020. – Т. 1, №3. – S. 41-49.
- Eskov V.V., Ivahno N.V., Gricenko I.A., Mamina K.E. Novoe ponyatie sistemnogo sinteza v biomedicine i ekologii cheloveka // Vestnik novyh medicinskih tekhnologij [Journal of new medical technologies]. – 2021. – Т. 28. – № 4. – S. 118-122.
- Eskov V.V. Sistemnyj analiz i sintez v biomedicine // Vestnik novyh medicinskih tekhnologij [Journal of new medical technologies]. – 2021. – Т. 15, № 4. – S. 31-44.
- Galkin V.A., Filatov M.A., Muzieva M.I., Samojlenko I.S. Bazovye aksiomy biokibernetiki i ih invarianty // Slozhnost'. Razum. Postneklassika. – 2022. – № 2. – S. 65-79.
- 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 [News of medical and biological sciences] [News of medical and biological sciences]. – 2020. – Т. 20, № 3. – S. 126-132.
- Eskov V.V. Matematicheskoe modelirovanie gomeostaza i evolyucii complexity: monografiya. Tula: Izdatel'stvo TulGU, 2016. – 307 s.
- Eskov V.V., Orlov, E.V., Gavrilenko, T.V., Manina, E.A. (2022). Capabilities of Artificial Neuron Networks for System

- Synthesis in Medicine. // 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_16.
16. 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.
 17. 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. – T. 29, № 3. – S. 211-216.
 18. 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>.
 19. Eskov V.V., Pyatin V.F., Shakirova L.S., Mel'nikova E.G. *Rol' haosa v regulyacii fiziologicheskikh funkcij organizma* / Pod red. A.A. Hadarceva. Samara: OOO «Porto-print», 2020. – 248 s.
 20. 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.
 21. Eskov V.M., Galkin V.A., Filatova O.E. *Konec opredelennosti: haos gomeostaticeskikh sistem* / Pod red. Hadarceva A.A., Rozenberga G.S. Tula: izd-vo Tul'skoe proizvodstvennoe poligraficheskoe ob"edinenie, 2017. – 596 s.
 22. Eskov V.M., Galkin V.A., Pyatin V.F., Filatov M.A. *Organizaciya dvizhenij: stohastika ili haos?* / Pod. red. chlen-korr. RAN, d.biol.n., professora G.S. Rozenberga. Samara: Izdatel'stvo OOO «Porto-print», 2020. – 144 s.
 23. Pyatin V. F., Eskov V.V. *Mozhet li byt' statichnym gomeostaz?* // *Uspekhi kibernetiki* [Russian Journal of Cybernetics] [Russian Journal of Cybernetics] [Russian Journal of Cybernetics]. – 2021. – T. 2, №1. – S. 41-49.
 24. Khadartsev A.A., Eskov V.V., Pyatin V.F., Filatov M.A. *The Use of Tremorography for the assessment of motor functions* // *Biomedical engineering*. – 2021. – Vol. 54, No. 6. – Pp. 388-392.
 25. Eskov V.V. *Modeling of biosystems from the stand point of “complexity” by W. Weaver and “fuzziness” by L.A. Zadeh* // *Journal of Physics Conference Series*. 2021. Vol. 1889(5). P. 052020 DOI:10.1088/1742-6596/1889/5/052020.
 26. Khadartsev A.A., Eskov V.V., Pyatin V.F., Filatov M.A. *The Use of Tremorography for the assessment of motor functions* // *Biomedical engineering*. 2021. Vol. 54(6). Pp. 388-392. DOI:10.1007/s10527-021-10046-6.
 27. Kozlova V.V., Galkin V.A., Filatov M.A. *Diagnostics of brain neural network states from the perspective of chaos* // *Journal of Physics Conference Series*. 2021. Vol. 1889(5). P. 052016 DOI:10.1088/1742-6596/1889/5/052016.
 28. 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.
 29. Eskov V.V., Filatov M.A., Galkin V.A., Filatova O.E. *New computational methods for investigation of the third type of systems*. // *AIP Conference Proceedings* – 2021.– 2402, 050017, doi.org/10.1063/5.0073431.
 30. Eskov V.M. *Methods for Identifying Two Types of Uncertainty in BioCybernetics* // *AIP Conference Proceedings* 2402, 050042 (2021); <https://doi.org/10.1063/5.0072488>.
 31. 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.

32. Gazya G.V., Eskov V.V. Iskusstvennye nejroseti v ocenke vozrastnyh izmenenij // Vestnik novyh medicinskih tekhnologij. [Journal of new medical technologies]. – 2022. – Т. 29. – №1. – С.101-105. DOI: 10.24412/1609-2163-2022-1-101-105.
33. Gazya G.V., Eskov V.V., Orlov E.V., Stratan N.F. Vliyanie faktorov severa i promyshlennogo proizvodstva na vozrastnye izmeneniya raboty serdca Vestnik novyh medicinskih tekhnologij. [Journal of new medical technologies]. – 2022. – Т. 29. – №1. – С.106-109. DOI: 10.24412/1609-2163-2022-1-106-109.
34. Eskov V.V., Gazya G.V., Asriev E.A. Vozrastnye aspekty izmeneniya parametrov kardioritma zhenskogo naseleniya Severa RF Vestnik novyh medicinskih tekhnologij. [Journal of new medical technologies]. – 2022. – Т. 29. – № 2. – С.100-103. DOI: 10.24412/1609-2163-2022-2-100-103.
35. Gazya G.V., Eskov V.V., Galkin V.A., Filatova O.E. Sostoyanie serdechno-sosudistoj sistemy rabotnikov neftegazovoj otrasli v usloviyah dejstviya promyshlennyh elektromagnitnyh polej Vestnik novyh medicinskih tekhnologij. [Journal of new medical technologies]. – 2022. – Т. 29. – № 2. – С. 104-108. DOI: 10.24412/1609-2163-2022-2-104-108.
36. Eskov V.V., Shakirova L.S. Pochemu deterministskij i stohasticheskij podhod nevozmozhno ispol'zovat' v kardiologii i vo vsej medicine? // Vestnik novyh medicinskih tekhnologij. [Journal of new medical technologies] – 2022. – Т. 29. – № 4. – С.117-120. DOI: 10.24412/1609-2163-2022-4-117-120.
37. Konnov P.E., Eskov V.V., Gazya N.F., Manina I.A., Filatov M.A. Ocenka klinicheskikh pokazatelej bol'nyh hronicheskim aktinicheskim dermatitom // Vestnik novyh medicinskih tekhnologij. [Journal of new medical technologies]. – 2022. – Т. 29. – № 4. – С.121-124. DOI: 10.24412/1609-2163-2022-4-121-124.
38. Shakirova L.S., Eskov V.M., Kuhareva A.YU., Muzieva M.I., Filatov M.A. Granicy stohastiki v medicinskoj kibernetike. // Vestnik novyh medicinskih tekhnologij. [Journal of new medical technologies]. – 2022. – Т. 29. – № 4. – С.125-128. DOI: 10.24412/1609-2163-2022-4-125-128.
39. Eskov V.M., Gavrilenko T.V., Muzieva M.I., Samojlenko I.S. Teoriya dinamicheskogo haosa ne mozhet opisivat' biosistemy // Slozhnost'. Razum. Postneklassika. – 2022 – №3. – С.87-95. 87 DOI: 10.12737/2306-174X-2022-60-71.
40. Bashkatova Yu.V., Shakirova L.S., Filatova, O.E., Chempalova L.S. Reakciya serdechno-sosudistoj sistemy zhenshchin na gipertermicheskie vozdejstviya // Slozhnost'. Razum. Postneklassika. – 2022 – №3. – С 27-39. 27 DOI: 10.12737/2306-174X-2022-26-32.
41. Eskov V.M., Pyatin V.F., Chempalova L.S., Shamov K.A., Kuhareva A. Sushchestvuyut li vozmozhnosti lya issledovaniya stohastiki v kardiologii i vo vsej medicine? // Slozhnost'. Razum. Postneklassika. – 2022. – №1. – С.28-47. DOI: 10.12737/2306-174X-2022-1-28-49.
42. Filatova, O.E., Eskov V.M., Galkin V.A., Muzieva M.I., Kuhareva A. Sushchestvuyut li otlichiya klassifikacii sistem iskusstvennogo intellekta? // Slozhnost'. Razum. Postneklassika. – 2022. – №1. – С.48-59. DOI: 10.12737/2306-174X-2022-1-48-59.
43. Eskov V.V., Shakirova L.S., Kuhareva A.YU. Pochemu deterministskij i stohasticheskij podhod nevozmozhno ispol'zovat' v kardiologii i vo vsej medicine? // Slozhnost'. Razum. Postneklassika. – 2022 – №2. – С.46-54. DOI: 10.12737/2306-174X-2022-2-46-54.
44. Budanov V.G., Popov Yu.M., Filatova, M.A., Kuhareva A. Hronologiya Vozniknoveniya trekh vidov sistem.// Slozhnost'. Razum. Postneklassika. – 2022. – №3. – С.40-52. DOI: 10.12737/2306-174X-2022-3-33-41.
45. Kozupica G.S., Pyatin V.F., Kuhareva A., Bajtuev I.A. Tri velikie problemy Ginzburga i tri real'nye problemy biomediciny.// Slozhnost'. Razum.

Postneklassika. – 2022. – №3. – S.5-14.

DOI: 10.12737/2306-174X-2022-3-5-14.