

10.12737/article_5c06339b5b2de6.15631900

ПОНЯТИЕ ОДНОРОДНОСТИ ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ГРУПП В БИОМЕХАНИКЕ

О.Е. ФИЛАТОВА, С.В. ГОРБУНОВ, К.П. ЩИПИЦИН,
О.А. ГУМАРОВА, Ю.Ю. КОРОЛЕВ

*БУ ВО «Сургутский государственный университет», ул. Ленина, 1, Сургут, Россия,
628400, e-mail: igrok_92@bk.ru*

Аннотация. В рамках теории хаоса-самоорганизации доказана статистическая неустойчивость для подряд получаемых выборок x_i любых параметров гомеостаза любых функциональных систем организма человека в виде эффекта Еськова-Зинченко и Еськова-Филатовой. Эти эффекты ставят под сомнение все традиционные критерии подбора однородной группы при различных испытаниях в медицине и биологии (особенно групп больных в медицине). В аспекте эффекта Еськова-Зинченко (для одного испытуемого) в статье обсуждается несовпадение выборок и для любой (якобы биологически однородной) группы испытуемых. Вводятся особые критерии однородности экспериментальных групп на основе новых критериев различных параметров квазиаттракторов в m -мерном фазовом пространстве состояний. Даны эти критерии в примерах из области биофизики и физиологии *нервно-мышечной системы*. Показано, что в живых системах статистические критерии однородности не могут применяться.

Ключевые слова: эффект Еськова-Зинченко, однородность выборок, стохастика, хаос.

CONCEPT OF UNIFORMITY FOR EXPERIMENTAL GROUPS IN BIOMECHANICS

O.E. FILATOVA, S.V. GORBUNOV, K.P. SHCHIPITSIN,
O.A.GUMAROVA, Yu.Yu. KOROLEV

Surgut State University, Lenina pr., 1, Surgut, Russia, 628400, e-mail: igrok_92@bk.ru

Abstract. Within the framework of the chaos-self-organization theory, statistical instability was proved for the successively obtained samples x_i of any homeostasis parameters of any functional systems of the human body in the form of the Eskova-Zinchenko and Eskova-Filatova effect. These effects cast doubt on all the traditional criteria for selecting a homogeneous group under various tests in medicine and biology (especially groups of patients in medicine). In terms of the Eskov-Zinchenko effect (for one test subject), the article discusses the discrepancy between the samples and for any (supposedly biologically homogeneous) group of subjects. Special criteria are introduced for the homogeneity of experimental groups based on new criteria for various parameters of quasi-attractors in the m -dimensional phase space of states. These criteria are given in the examples from the field of biophysics and physiology of the neuromuscular system. It is shown that in living systems statistical criteria of homogeneity cannot be applied.

Key words: Eskov-Zinchenko effect, sample homogeneity, stochastics, chaos.

Введение. В современной науке и в частности в биофизике и физиологии традиционно существует понятие однородности (или одинаковости) элементов, образующих ту или иную группу в рамках стохастики. Обычно, с позиций биологического подхода, однородная группа образуется из одинаковых по возрасту, полу, морфофункциональным признакам организации различных *функциональных систем организма* (ФСО) человека (из группы). Требуется, чтобы или различные параметры этих функциональных систем организма точно совпадали, или

статистически совпадали (с позиций статистической проверки гипотез) [1-10]. Эти требования диктуют *детерминистская и стохастическая науки* (ДСН) [10-19].

При этом считается, что функции организма (его ФСО) каждого человека, входящего в однородную группу, должны быть статистически одинаковы. Математически, термин «одинаковый» все-таки требует точного равенства (в детерминизме) любых параметров системы x_i , которые образуют общий вектор состояния системы $x=x(t)=(x_1, x_2, \dots, x_m)^T$, однако это никогда не бывает в биомедицине [9-18]. Условное равенство

выборки и их статистических функций распределения $f(x_i)$ реально пытаются проверять в биомедицине, но в биомедицине этот подход условен. В последнем случае можно ограничиваться значениями некоторых критериев (например, Вилкоксона, $p \geq 0,05$, Ньюмена-Кейлса и т.д.), которые с некоторой вероятностью p дают возможность отнести две любые сравниваемые выборки из всей группы (из n элементов) к одной генеральной совокупности. Это является устоявшимся критерием, но он весьма сомнителен с позиций нового *эффекта Еськова-Зинченко* – ЭЭЗ [1-13]. Напомним, что в ЭЭЗ нет статистической устойчивости выборки отдельного человека [17-25] и поэтому можно предположить, что и разные испытуемые (объединенные в группу) тоже будут хаотически изменяться.

Подчеркнем, что получить подряд (для j -й и $j+1$ -й выборки) такое равенство x_i (точнее их выборки) в медицине и биологии практически невозможно (вероятность p их статистического совпадения $p \leq 0,05$ или $0,01$). Поэтому в биомедицине не работают с выборками в режиме n -кратных повторений, т.е. в рамках статистики (стохастики) [12-26], что является доказательством гипотезы Н.А. Бернштейна [12] о «повторении без повторений».

Такие неустойчивые системы пытался в 1948г. изучать W.Weaver [27], но их до настоящего времени никто детально не изучал. Как для них определить «однородность группы», если они все генерируют разные $f(x_i)$? На сегодня отсутствует математический аппарат для описания таких особых *систем третьего типа* (СТТ) в ФПС. Изучение их существования началось именно с эффектом Еськова-Зинченко в биомеханике [2,3,14-18], но мы в настоящем сообщении и остановимся на примерах из биофизики и физиологии ССС. При этом будем считать, что все это относится и к любым x_i – любым параметрам *гомеостатических систем* – ГС [13-22], которые сейчас широко изучаются и моделируются в биофизике и физиологии ФСО. Отметим, что наша главная цель – это объективность и

стремление создать новые модели ГС [22-26,28-30].

1. Особенности гомеостатических систем. Условное (вероятностное) равенство двух выборок, при не точном совпадении двух траекторий (в реальных опытах) нарушает уже требования функционального анализа при повторении одного и того же опыта (в неизменных условиях). При этом в стохастике уже отсутствует поточечное совпадение траекторий и состояний, т.к. здесь сравниваем облака (выборки) в многомерном фазовом пространстве состояний (ФПС). Однако любые критерии сравнения этих облаков (точнее, выборок) в рамках ЭЭЗ не могут показывать статистическое совпадение любых двух сравниваемых выборок. Этот эффект касается в первую очередь биомеханики (при изучении отдельного человека), но распространяется и на ССС [3-9,29,30].

В стохастике уже все происходит неточно, а с определенной вероятностью. Тогда возникает базовый вопрос относительно особых гомеостатических систем [1-9], которые в неизменном физиологическом состоянии (гомеостазе) показывают (для одного испытуемого) подряд разные выборки. Распространим ли этот эффект на группы испытуемых, когда мы регистрируем разные статистические функции распределений? Про такие особые системы Роджер Пенроуз говорил: «что означает «вычислимость», когда в качестве входных и выходных данных допускаются непрерывно изменяющиеся параметры?». Распространяется ли ЭЭЗ и на группы разных (якобы однородных) испытуемых и тогда что понимать под термином «однородность группы»?

Напомним, что ЭЭЗ был доказан впервые в биомеханике на примерах с *треморграммами* (ТМГ) и *теппинграммами* (ТПГ), т.е. с элементами биомеханики. Именно для ТМГ и ТПГ было показано во многих экспериментах, что наблюдать (произвольно) подряд две одинаковые (статистически) выборки ТМГ или ТПГ – это почти невероятное событие для одного испытуемого в неизменном гомеостазе. Для ТМГ совпадение двух

соседних статистических функций $f(x_i)$ для j -й и $j+1$ -й выборок одного испытуемого имеет крайне малую вероятность ($f_j(x_i)=f_{j+1}(x_i)$ с вероятностью $p_1 \leq 0,01$). Для ТПГ эта вероятность несколько больше ($p_2 \leq 0,1$), из-за вмешательства сознания (ТПГ – это произвольные движения испытуемого) [1-5,14-18].

ЭЭЗ доказывает отсутствие статистической устойчивости у подряд получаемых выборок ТМГ, ТПГ, а также электромиограмм (ЭМГ) для одного испытуемого в его неизменном гомеостазе. Для демонстрации ЭЭЗ показан

характерный пример с ТМГ (для одного человека, в режиме 15-ти повторов регистрации ТМГ в неизменном гомеостазе). В табл. 1 представлен критерий Вилкоксона p (критическое значение $p \geq 0,05$), который только в $k=5$ -ти случаях показывает возможность отнесения каждой (одной) пары ТМГ к определенной (одной) генеральной совокупности (при этом критерий Вилкоксона $p \geq 0,05$ для такой пары). Однако все это касается одного испытуемого в режиме n повторов регистрации ТМГ.

Таблица 1

Матрица парных сравнений выборок ТМГ испытуемого Б.Н.А. в спокойном состоянии, использовался непараметрический критерий Вилкоксона (число совпадений $k_1=5$)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		0.00	0.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.31	0.00	0.00
2	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.98	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.84	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	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	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
7	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
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.66		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.03	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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.00	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	0.31	0.00	0.84	0.00	0.00	0.00	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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00
15	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	

Отсутствие статистической устойчивости выборок ТМГ или ТПГ для одного испытуемого (в неизменном гомеостазе) в виде ЭЭЗ доказывает отсутствие целесообразности использования стохастики в биомеханике. Тогда возникает проблема и выбора реально однородной группы испытуемых в любом биологическом эксперименте или в клинике (при изучении больного). Сейчас нет строгих математических критериев однородности группы в биомеханике.

2. Новая трактовка однородности группы испытуемых. В стохастике мы требуем многократного и произвольного повторения начальных параметров $x(t_0)$ всего вектора состояния системы $x=x(t)=(x_1, x_2, \dots, x_m)^T$. Если $x(t_0)$ неповторим, то эксперимент тоже будет не повторимым,

нет повторов выборок x_i и их $f(x_i)$ в рамках стохастического подхода. Описывать конечное состояние $x(t_k)$ в виде неизменной статистической функции $f(x_i)$ уже невозможно [1-11,13-25].

Детерминизм и стохастика требуют точного повторения $x(t_0)$ или хотя бы с точностью до статистической функции $f(x_i)$. Для ГС в новой теории хаоса-самоорганизации невозможно статистическое повторение и конечного состояния $x(t_k)$ всего $x(t)$. Для СТТ-complexity, гомеостатических систем повторения $x(t_0)$ или $x(t_k)$ даже в виде статистических функций распределения $f(x_i)$ уже невозможно в принципе [1-11]. Это составляет основу эффекта Еськова-Зинченко и это распространяется также и на группу из разных (но одинаковых по

полу, возрасту и т.д.) испытуемых. Нами доказано, что любая группа испытуемых по параметрам ТМГ, ТПГ и ЭМГ, т.е. эти параметры характеризуют состояние *нервно-мышечной системы* – НМС человека (в биомеханике), не может продемонстрировать статистическую однородность [1-5].

Это легко доказать, если для 15-ти разных испытуемых (одинаковых по полу, возрасту, физиологическим состояниям) вычислить их матрицу парных сравнений

на основе треморограмм (см. табл. 2) в одном неизменном гомеостазе для каждого испытуемого. Эта таблица (табл. 2) доказывает крайне низкие значения k_2 – чисел пар выборок ТМГ, которые (эти две) можно отнести к одной генеральной совокупности. Мы не можем получить k_1 и k_2 более 10% от общего числа 105 исследуемых пар сравнения. Очевидно, что такие группы (с $k < 10\%$) не будут считаться однородными.

Таблица 2

Матрица парного сравнения выборок ТМГ группы испытуемых (N=15), использовался критерий Ньюмана – Кейлса (уровень значимости $p < 0,05$, число совпадений $k_2=6$)

	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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00		0.00	0.00	0.00	0.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.71	0.00	0.17	0.00
4	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.50	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	0.00	0.00
6	0.00	0.52	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	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	0.04	0.87	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	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
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.04	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.87	0.00	0.00	0.00		0.00	0.69	0.00
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		0.00	0.00
14	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.69	0.00		0.00
15	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	

Одинаковые возраст, пол, неизменные гомеостазы не могут быть гарантом однородности (одинаковости) элементов (испытуемых), объединенных якобы в однородную группу. Доля стохастики в оценке поведения ТМГ испытуемых будет всегда крайне мала (обычно $k_2 < 10\%$ во всех наших исследованиях). Было построено более 400-т матриц парных сравнений ЭМГ и ТМГ в разных гомеостазах (как для одного человека, в режиме повторений, так и для групп разных людей) и везде картина одинакова: обычно $k < 20\%$ (доля стохастики для ТМГ крайне мала).

Эти исследования доказывают: говорить об однородности групп испытуемых (при их традиционном объединении в группы) – бессмысленно. Доля стохастических совпадений выборок ТМГ крайне мала (обычно $k < 5\%$). Каковы математические

критерии объединения разных испытуемых в однородную группу, если стохастика не работает?

Новые критерии однородности математически формулируются следующим образом. Однородная группа испытуемых формируется из людей, параметры гомеостаза которых (конкретно центр j -го КА_{*j*} для любого $j=1, \dots, n$, где n – число испытуемых в группе) не покидают по любой x_i координате объемы всех остальных k -х ($k=1, 2, \dots, n-1$) остальных $n-1$ квазиаттракторов, при условиях, что $j \neq k$. Это означает, что все координаты любого j -го центра КА_{*j*} в виде x_{ij}^c не должны покидать объемы любых этих V_k для всех КА_{*k*}, т.е. они не выходят за пределы Δx_{ij} для всех $j=1, 2, \dots, n$ и $i=1, 2, \dots, m$, где m – размерность ФПС, а n – число испытуемых

в группе. Именно эти критерии сейчас мы и используем в биомеханике.

Выводы

1. В настоящем сообщении распространяется ЭЕЗ на группу якобы однородных испытуемых. В матрице парных сравнений выборок ТМГ наблюдается крайне малое число пар статистически совпадающих выборок ТМГ.

2. Для подбора однородной группы предлагается рассчитывать объемы квазиаттракторов и координаты их центров и определять то k -е измерение, для которого наблюдается выход их центра квазиаттрактора за пределы любого j -го квазиаттрактора. Рассчитываются радиусы квазиаттракторов и выполняется их сравнение.

Работа выполнена при поддержке:

- гранта РФФИ № 18-07-00161 А «Разработка вычислительной системы мониторинга и моделирования параметров организма жителей Севера РФ»
- гранта РФФИ № 18-07-00162 А «Вычислительные системы для идентификации параметров нормогенеза и патогенеза в биомеханике на примере тремора и теппинга»
- гранта РФФИ № 18-47-860001 р_а «Разработка вычислительной системы для идентификации параметров тремора при стресс-воздействиях в психофизиологии»

Литература

1. Гавриленко Т.В., Горбунов Д.В., Чертищев А.А., Булатов И.Б. Оценка параметров электромиограмм с позиции термодинамики неравновесных систем И. Р. Пригожина // Вестник кибернетики. – 2017. – Т. 26. – № 2. – С. 109-114.
2. Денисова Л.А., Белощенко Д.В., Башкатова Ю.В., Горбунов Д.В. Особенности регуляции двигательных функций у женщин // Клиническая медицина и фармакология. – 2017. – Т. 3. – № 4. – С. 11-16.

3. Еськов В.В. Эволюция систем третьего типа в фазовом пространстве состояний // Вестник кибернетики. – 2017. – Т. 27. – № 3. – С. 53-58.

4. Еськов В.В. Возможности термодинамического подхода в электромиографии // Вестник кибернетики. – 2017. – Т. 28. – № 4. – С. 109-115.

5. Еськов В.В., Еськов В.М., Вохмина Ю.В. Гипотеза Н. А. Бернштейна и статистическая неустойчивость выборок параметров треморограмм // Вестник кибернетики. – 2018. – Т. 29. – № 1. – С. 33-38.

6. Еськов В.В. Проблема статистической неустойчивости в биомеханике и в биофизике в целом // Вестник новых медицинских технологий. – 2018. – Т. 25. – № 2. – С. 166-175.

7. Еськов В.В., Пятин В.Ф., Еськов В.М., Григорьева С.В. Особенности регуляции сердечно-сосудистой системы организма человека нейросетями мозга // Вестник новых медицинских технологий. – 2018. – Т. 25. – № 2. – С. 188-199.

8. Еськов В.М., Зинченко Ю.П., Филатова О.Е. Естествознание: от стохастики к хаосу и самоорганизации // Вестник кибернетики. – 2017. – Т. 25. – № 1. – С. 121-127.

9. Еськов В.М., Вохмина Ю.В., Горбунов С.В., Шейдер А.Д. Кинематика гомеостатических систем // Вестник кибернетики. – 2017. – Т. 26. – № 2. – С. 87-93.

10. Пятин В.Ф., Еськов В.В., Алиев Н.Ш., Воробьева Л.А. Хаос параметров гомеостаза функциональных систем организма человека // Вестник новых медицинских технологий. – 2018. – Т. 25. – № 1. – С. 143-153.

11. Мирошниченко И.В., Башкатова Ю.В., Филатова Д.Ю., Ураева Я.И. Эффект Еськова-Филатовой в регуляции сердечно-сосудистой системы – переход к персонифицированной медицине // Вестник новых медицинских технологий. – 2018. – Т. 25. – № 2. – С. 200-208.

12. Bernstein N.A. The coordination and regulation of movements // Oxford, UK: Pergamon Press. – 1967. – 196 p.

13. Eskov V.V., Filatova O.E., Gavrilenko T.V. and Gorbunov D.V. Chaotic Dynamics of Neuromuscular System Parameters and the Problems of the Evolution of Complexity // *Biophysics*. – 2017. – Vol. 62. – No. 6. – Pp. 961-966.

14. Eskov V.V., Gavrilenko T.V., Eskov V.M., Vochmina Yu.V. Static Instability Phenomenon in Type-Three Secretion Systems: Complexity // *Technical Physics*. – 2017. – Vol. 62. – No. 11. – Pp. 1611-1616.

15. Eskov V.M., Filatova O.E., Eskov V.V. and Gavrilenko T.V. The Evolution of the Idea of Homeostasis: Determinism, Stochastics and Chaos–Self-Organization // *Biophysics*. – 2017. – Vol. 62. – No. 5. – Pp 809-820.

16. Eskov V.M., Gudkov A.B., Bazhenova A.E., Kozupitsa G.S. The tremor parameters of female with different physical training in the Russian North // *Human Ecology*. – 2017. – No. 3. – Pp. 38-42.

17. Eskov V.M., Eskov V.V., Gavrilenko T.V. and Vochmina Yu.V. Formalization of the Effect of “Repetition without Repetition” Discovered by N.A. Bernshtein // *Biophysics*. – 2017. – Vol. 62. – No. 1. – Pp. 143-150.

18. Eskov V.M., Eskov V.V., Vochmina Y.V., Gorbunov D.V., Ilyashenko L.K. Shannon entropy in the research on stationary regimes and the evolution of complexity // *Moscow University Physics Bulletin*. – 2017. – Vol. 72. – No. 3. – Pp. 309-317.

19. Eskov, V.M., Zinchenko, Y.P., Filatov, M.A., Ilyashenko, L.K. Glansdorff-prigogine theorem in the description of tremor chaotic dynamics in cold stress // *Human Ecology (Russian Federation)*. – 2017. – No. 5. – Pp. 27-32.

20. Eskov V.M., Bazhenova A.E., Vochmina U.V., Filatov M.A., Ilyashenko L.K. N.A. Bernstein hypothesis in the Description of chaotic dynamics of involuntary movements of person // *Russian Journal of Biomechanics*. – 2017. – Vol. 21. – No. 1. – Pp. 14-23.

21. Filatova D.U., Veraksa A.N., Berestin D.K., Streltsova T.V. Stochastic and chaotic assessment of human's neuromuscular system in conditions of cold exposure // *Human Ecology*. – 2017. – No. 8. – Pp. 15-20.

22. Filatova O.E., Eskov V.V., Filatov M.A., Ilyashenko L.K. Statistical instability

phenomenon and evaluation of voluntary and involuntary movements // *Russian Journal of Biomechanics*. – 2017. – Vol 21. – No 3. – Pp. 224-232.

23. Filatova O.E., Bazhenova A.E., Ilyashenko L.K., Grigorieva S.V. Estimation of the Parameters for Tremograms According to the Eskov–Zinchenko Effect *Biophysics* // *Biophysics*. – 2018. – Vol. 63. – No. 2. – Pp. 125-130.

24. Ilyashenko L.K., Bazhenova A.E., Berestin D.K., Grigorieva S.V. Chaotic dynamics parameters of the tremograms at the stress exposure // *Russian Journal of Biomechanics*. – 2018. – Vol. 22. – No. 1. – Pp. 62-71.

25. Khadartsev A.A., Nesmeyanov A.A., Eskov V.M., Filatov M.A., Pab W. Fundamentals of chaos and self-organization theory in sports // *Integrative medicine international*. – 2017. – Vol. 4. – Pp. 57-65.

26. Leonov B.I., Grigorenko V.V., Eskov V.M., Khadartsev A.A., and Ilyashenko L.K. Automation of the Diagnosis of Age-Related Changes in Parameters of the Cardiovascular System // *Biomedical Engineering*. – 2018. – Vol. 52. – No. 3. – Pp. 210-214.

27. Weaver W. Science and Complexity. Rokfeller Foundation, New York City // *American Scientist*. – 1948. – Vol. 36. – Pp. 536-544.

28. Zilov V.G., Eskov V.M., Khadartsev A.A., Eskov V.V. Experimental confirmation of the effect of "Repetition without repetition" N.A. Bernstein // *Bulletin of experimental biology and medicine*. – 2017. – Vol. 1. – Pp. 4-8.

29. Zilov V.G., Khadartsev A.A., Eskov V.V. and Eskov V.M. Experimental Study of Statistical Stability of Cardiointerval Samples // *Bulletin of experimental biology and medicine*. – 2017. – Vol. 164, № 2. – Pp. 115-117.

30. Zilov V.G., Khadartsev A.A., Ilyashenko L.K., Eskov V.V., Minenko I.A. Experimental analysis of the chaotic dynamics of muscle biopotentials under various static loads // *Bulletin of experimental biology and medicine*. – 2018. – Vol. 165. – No. 4. – Pp. 415-418.

Reference

1. Gavrilenko T.V., Gorbunov D.V., Chertishchev A.A., Bulatov I.B. Ocenka parametrov ehlektromiogramma s pozicij termodinamiki neravnovesnyh sistem I. R. Prigozhina [Electromyogram parameter estimation in terms of I.R. Prigogine non-equilibrium system thermodynamics] // Vestnik kibernetiki [Herald of cybernetics]. – 2017. – T. 26. – № 2. – S. 109-114.

2. Denisova L.A., Beloshchenko D.V., Bashkatova Yu.V., Gorbunov D.V. Osobnosti regulyatsii dvigatel'nyh funktsij u zhenshchin [Features of the regulation of motor functions in women] // Klinicheskaya medicina i farmakologiya [Clinical medicine and pharmacology]. – 2017. – T. 3. – № 4. – S. 11-16.

3. Es'kov V.V. Evolyuciya sistem tret'ego tipa v fazovom prostranstve sostoyanij [Evolution of the third type systems in phase space state] // Vestnik kibernetiki [Herald of cybernetics]. – 2017. – № 3. – S. 53-58.

4. Es'kov V.V. Vozmozhnosti termodinamicheskogo podhoda v ehlektromiografii [Possibilities of thermodynamic approach in electromyography] // Vestnik kibernetiki [Herald of cybernetics]. – 2017. – T. 28. – № 4. – S. 109-115.

5. Es'kov V.V., Es'kov V.M., Vohmina Yu.V. Gipoteza N. A. Bernshtejna i statisticheskaya neustojchivost' vyborok parametrov tremorogramma [N.A. Bernstein hypothesis and statistical samplings instability of tremorogram's parameters] // Vestnik kibernetiki [Herald of cybernetics]. – 2018. – T. 29. – № 1. – S. 33-38.

6. Es'kov V.V. Problema statisticheskoy neustojchivosti v biomekhanike i v biofizike v celom [The problem of statistical instability in biomechanics and biophysics in general] // Vestnik novykh medicinskih tekhnologij [Journal of new medical technologies]. – 2018. – T. 25. – № 2. – S. 166-175.

7. Es'kov V.V., Pyatin V.F., Es'kov V.M., Grigor'eva S.V. Osobnosti regulyatsii serdechno-sosudistoy sistemy organizma cheloveka neyrosetyami mozga [Peculiarities of regulation of the cardiovascular system of the human organism by neural networks of the brain] // Vestnik novykh meditsinskih

tekhnologij [Journal of new medical technologies]. – 2018. – T. 25. – № 2. – S. 188-199.

8. Es'kov V.M., Zinchenko Yu.P., Filatova O.E. Estestvoznaniye: ot stohastiki k haosu i samoorganizatsii [Natural science: from stochastics to chaos and self-organization] // Vestnik kibernetiki [Herald of cybernetics]. – 2017. – T. 25. – № 1. – S. 121-127.

9. Es'kov V.M., Vohmina Yu.V., Gorbunov S.V., Shejder A.D. Kinematika gomeostaticheskikh sistem [Homeostatic system kinematics] // Vestnik kibernetiki [Herald of cybernetics]. – 2017. – T. 26. – № 2. – S. 87-93.

10. Pyatin V.F., Es'kov V.V., Aliev N.Sh., Vorob'eva L.A. Haos parametrov gomeostaza funktsional'nykh sistem organizma cheloveka [Chaos of homeostasis parameters of functional systems of the human body] // Vestnik novykh medicinskih tekhnologij [Journal of new medical technologies]. – 2018. – T. 25. – № 1. – S. 143-153.

11. Miroshnichenko I.V., Bashkatova Yu.V., Filatova D.Yu., Uraeva Ya.I. Ehffekt Es'kova-Filatovoj v regulyatsii serdechno-sosudistoy sistemy – perekhod k personificirovannoj medicine [The effect of Es'kov-Filatova in regulation of the cardiovascular system as a transition to individualized medicine] // Vestnik novykh medicinskih tekhnologij [Journal of new medical technologies]. – 2018. – T. 25. – № 2. – S. 200-208.

12. Bernstein N.A. The coordination and regulation of movements // Oxford, UK: Pergamon Press. – 1967. – 196 p.

13. Es'kov V.V., Filatova O.E., Gavrilenko T.V. and Gorbunov D.V. Chaotic Dynamics of Neuromuscular System Parameters and the Problems of the Evolution of Complexity // Biophysics. – 2017. – Vol. 62. – No. 6. – Pp. 961-966.

14. Es'kov V.V., Gavrilenko T.V., Es'kov V.M., Vohmina Yu.V. Static Instability Phenomenon in Type-Three Secretion Systems: Complexity // Technical Physics. – 2017. – Vol. 62. – No. 11. – Pp. 1611-1616.

15. Es'kov V.M., Filatova O.E., Es'kov V.V. and Gavrilenko T.V. The Evolution of the Idea of Homeostasis: Determinism, Stochastics and

Chaos–Self-Organization // Biophysics. – 2017. – Vol. 62. – No. 5. – Pp 809-820.

16. Eskov V.M., Gudkov A.B., Bazhenova A.E., Kozupitsa G.S. The tremor parameters of female with different physical training in the Russian North // Human Ecology. – 2017. – No. 3. – Pp. 38-42.

17. Eskov V.M., Eskov V.V., Gavrilenko T.V. and Vochmina Yu.V. Formalization of the Effect of “Repetition without Repetition” Discovered by N.A. Bernshtein // Biophysics. – 2017. – Vol. 62. – No. 1. – Pp. 143-150.

18. Eskov V.M., Eskov V.V., Vochmina Y.V., Gorbunov D.V., Ilyashenko L.K. Shannon entropy in the research on stationary regimes and the evolution of complexity // Moscow University Physics Bulletin. – 2017. – Vol. 72. – No. 3. – Pp. 309-317.

19. Eskov, V.M., Zinchenko, Y.P., Filatov, M.A., Ilyashenko, L.K. Glansdorff-prigogine theorem in the description of tremor chaotic dynamics in cold stress // Human Ecology (Russian Federation). – 2017. – No. 5. – Pp. 27-32.

20. Eskov V.M., Bazhenova A.E., Vochmina U.V., Filatov M.A., Ilyashenko L.K. N.A. Bernstein hypothesis in the Description of chaotic dynamics of involuntary movements of person // Russian Journal of Biomechanics. – 2017. – Vol. 21. – No. 1. – Pp. 14-23.

21. Filatova D.U., Veraksa A.N., Berestin D.K., Streltsova T.V. Stochastic and chaotic assessment of human's neuromuscular system in conditions of cold exposure // Human Ecology. – 2017. – No. 8. – Pp. 15-20.

22. Filatova O.E., Eskov V.V., Filatov M.A., Ilyashenko L.K. Statistical instability phenomenon and evaluation of voluntary and involuntary movements // Russian Journal of Biomechanics. – 2017. – Vol 21. – No 3. – Pp. 224-232.

23. Filatova O.E., Bazhenova A.E., Ilyashenko L.K., Grigorieva S.V. Estimation of the Parameters for Tremograms According to the Eskov–Zinchenko Effect Biophysics // Biophysics. – 2018. – Vol. 63. – No. 2. – Pp. 125-130.

24. Ilyashenko L.K., Bazhenova A.E., Berestin D.K., Grigorieva S.V. Chaotic dynamics parameters of the tremograms at the stress exposure // Russian Journal of

Biomechanics. – 2018. – Vol. 22. – No. 1. – Pp. 62-71.

25. Khadartsev A.A., Nesmeyanov A.A., Eskov V.M., Filatov M.A., Pab W. Fundamentals of chaos and self-organization theory in sports // Integrative medicine international. – 2017. – Vol. 4. – Pp. 57-65.

26. Leonov B.I., Grigorenko V.V., Eskov V.M., Khadartsev A.A., and Ilyashenko L.K. Automation of the Diagnosis of Age-Related Changes in Parameters of the Cardiovascular System // Biomedical Engineering. – 2018. – Vol. 52. – No. 3. – Pp. 210-214.

27. Weaver W. Science and Complexity. Rokfeller Foundation, New York City // American Scientist. – 1948. – Vol. 36. – Pp. 536-544.

28. Zilov V.G., Eskov V.M., Khadartsev A.A., Eskov V.V. Experimental confirmation of the effect of "Repetition without repetition" N.A. Bernstein // Bulletin of experimental biology and medicine. – 2017. – Vol. 1. – Pp. 4-8.

29. Zilov V.G., Khadartsev A.A., Eskov V.V. and Eskov V.M. Experimental Study of Statistical Stability of Cardiointerval Samples // Bulletin of experimental biology and medicine. – 2017. – Vol. 164, № 2. – Pp. 115-117.

30. Zilov V.G., Khadartsev A.A., Ilyashenko L.K., Eskov V.V., Minenko I.A. Experimental analysis of the chaotic dynamics of muscle biopotentials under various static loads // Bulletin of experimental biology and medicine. – 2018. – Vol. 165. – No. 4. – Pp. 415-418.