

DOI: 10.12737/article\_59df74be8bc611.71429249

**ХАОС НЕЙРОСЕТЕЙ МОЗГА – ПРИЗНАК ГОМЕОСТАТИЧНОСТИ**О.Е. ФИЛАТОВА<sup>1</sup>, В.Г. ЯХНО<sup>2</sup>, Т.А. ЯХНО<sup>2</sup>, И.Н. САМСОНОВ<sup>1</sup><sup>1</sup>*БУ ВО «Сургутский государственный университет», ул. Ленина, 1, Сургут, Россия, 628400*<sup>2</sup>*Институт прикладной физики РАН, ул. Ульянова, 46, Нижний Новгород, Россия, 603600  
E-mail: d.beloshhenko@mail.ru*

**Аннотация.** Кооперация хаоса и самоорганизации имеет двойственную основу, которая выражает общую неопределенность в принципах работы нейросетей мозга. Во-первых, наука уже более ста лет использует детерминистские и стохастические подходы в изучении отдельного нейрона и нейросетей мозга в целом. Модели на основе функционального анализа (уравнение Блэйра, модель Ходжкина – Хаксли, *компарментно-кластерная теория нейросетей* мозга и многое другое с одной стороны) и различные стохастические подходы в виде нейро-ЭВМ, сетей Питса-Мак-Каллока и т.д. (на основе стохастического подхода) – все это свидетельствует о детерминистско-стохастической доминанте в изучении глобальной проблемы мозг человека и базовые принципы его функционирования. При этом проблемы мышления и эвристической деятельности мозга обычно дальше морфологии и характера связей между нейронными пулами не уходит. Мы сейчас предлагаем другой подход и понимание принципов работы мозга, которые выходят за рамки детерминизма и стохастики, и переводят эту дискуссию в области хаоса и непрерывной самоорганизации. При этом не статистической устойчивости выборок  $x_i$  параметров гомеостаза для статистических функций распределения выборок, наблюдается  $f_j(x_i) \neq f_{j+1}(x_i)$ , где  $j$  – номер выборки.

**Ключевые слова:** гомеостаз, теория хаоса-самоорганизации, системы третьего типа, матрицы парных сравнений выборок.

**CHAOS OF NEURAL NETWORKS OF THE BRAIN - A SIGN OF HOMEOSTATICITY**О.Е. FILATOVA<sup>1</sup>, V.G. YAKHNO<sup>2</sup>, T.A. YAKHNO<sup>2</sup>, I.N. SAMSONOV<sup>1</sup><sup>1</sup>*Surgut State University, Lenina pr., 1, Surgut, KhMAO, Russia, 628400*<sup>2</sup>*Institute of applied physics of Russian Sciences Academy, Ulyanova Str., 46, Nijny Novgorod, Russia, 603600**E-mail: d.beloshhenko@mail.ru*

**Abstract.** There are two interpretations in description of chaos and self-organization presenting uncertainty in neuron network of brain. The more than one hundred years we use determinists and stochastics approaches for inverse ligation of separate neuron on neuron networks at all. We know many models which are based on functional analyses (Blair modes, Hodshin-Hacly models, compartmental-cluster theory of neuron and different stochastic models (like artificial neuron network-neurocomputer), Pits and Mac-Challok models, etc.). All these models present the global deterministic approaches in modern science. All of these are based on morphological topological connectedness between neurons and pools. We propose new methods which are based on chaotic behavior of neuron networks and new principle of itself organization. For such chaotic (homeostatic) systems we note uninterrupted changing of it statistical distribution function  $f(x_i)$ . The chaos of  $f(x)$  presents the definition: for any  $i$ -th sample of  $x_i$  we have  $f_j(x_i) \neq f_{j+1}(x_i)$ , so there is not stochastic stability for such special homeostatic system (third type of system in the nature).

**Key words:** homeostasis, theory of chaos self-organization, systems of the third type, matrix of allempion pair comparison.

**Введение.** В рамках *детерминистской и стохастической науки* (ДСН) современное естествознание достигло определенных успехов. Однако всегда за кадром в этих исследованиях оставалась проблема хаотической динамики

наблюдаемых биоэлектрических процессов. Всегда считалось, что процессы возбуждения отдельных нейронов и пулов – это объект ДСН, конкретно стохастики. При этом специалисты по изучению мозга на уровне подсознания чувствовали, что

повторить любой процесс в нейросетях мозга в рамках ДСН весьма проблематично. Впервые открыто и аргументировано на это указал в 1947 г. Н.А. Бернштейн, который выдвинул гипотезу о «повторении без повторения» в системах организации движений. Но это была только гипотеза, без должного количественного изучения [15-23].

Одновременно, столетиями биологи и медики были уверены в морфологической повторяемости структур мозга. Упорно создавалась иллюзия, что морфологически структуры мозга вроде повторяются (для этого существует анатомия и атласы мозга), а раз это так, то и функции мозга тоже вроде должны повторяться. Но это иллюзии и утверждения из области гипотез. Морфологическая устойчивость и схожесть структур мозга автоматически переносилась и на якобы одинаковое устройство функций и регуляций в нейросетях мозга [1-6].

**1. Неустойчивость динамики нейросетей.** Десятилетиями нейрофизиология изучала связи между ядрами, различными структурами мозга и при этом возникала вторая иллюзия о якобы каких-то знаниях, о функциях мозга. Если морфология подобна и функции нейросетей тоже подобны (одинаковы), то мы были глубоко уверены, что зная морфологию (структуру мозга) и характер связей между структурами (ядрами, группами нейронов), мы знаем все о работе мозга. Морфофункциональная организация мозга сейчас является основой неврологии, нейробиологии, психологии и др. наук. Последние годы активно привлекаются новейшие методы сканирования структур мозга, находящегося в разных условиях. Возникают даже новые гипотезы о работе мозга, новое знание о строении и функции мозга, его отделов, проводящих путях, системах регуляции и управления [5-11].

Однако при этом никто не задает элементарный вопрос о повторяемости этих связей и регистрируемых процессов возбуждения. Есть ли какая-либо возможность повторить тот или иной вид возбуждения, ту или иную выборку

*электроэнцефалограммы (ЭЭГ) или электронейрограммы (ЭНГ)?* Что и как можно повторить и до какой степени повторяются ЭЭГ и ЭНГ в нейросетях мозга? Следуя сомнениям Н.А. Бернштейна относительно повторяемости движений, сейчас можно гипотетически говорить о не повторяемости ЭЭГ и ЭНГ. Однако, что из этого следует для нейрофизиологии, психологии и всей науки? О какой повторяемости может идти речь, если мы изучаем гомеостатичный мозг, находящийся в спокойном состоянии (релаксации) и в якобы неизменном морфологическом состоянии? [5-11]. Что понимать под изменениями или неустойчивостью в работе нейросетей мозга?

**2. Аналог принципа неопределенности Гейзенберга в теории нейросетей.** За 70 лет с момента опубликования работы Н.А. Бернштейна никто не пытался решить проблему «повторение без повторений», а если она и возникла, то оставалась без ответа. Доминировала догма естествознания: все процессы (включая работу мозга) можно описывать в рамках функционального анализа или с позиции стохастики. Достаточно построить уравнение или найти статистическую функцию распределения  $f(x)$  и мы уже обладаем полной информацией о процессе [1-9]. Это фундаментальная догма всего современного естествознания и всех наук о мозге. Однако это сейчас стало скорее гипотезой, чем реальностью. Первые сомнения зародил Н.А. Бернштейн в 1947г в связи с изучением организации движений, когда он декларировал наличие как минимум пяти (*A, B, C, D, E* системы) систем регуляции любого вида движений. Он утверждал, что роль и значение (вес) этих систем непрерывно (а мы сейчас добавили и хаотически) изменяется. Тогда вполне возможно, что любые движения произвольно повторить невозможно [10-17], однако остается проблема самой повторяемости. О какой повторяемости (или не повторяемости) может идти речь в науках о мозге?

Сейчас же с позиции ДСН (в частности стохастики) мы доказали, что любой акт движения не может быть произвольно статистически повторен. Все происходит без повторений с позиции стохастики и тем более в рамках функционального анализа [1-9]. В психологии установлен эффект Еськова-Зинченко, который доказывает статистическую неустойчивость любого акта движения в биомеханике. И это, как,

оказалось, касается и произвольных, и непроизвольных движений [1-9]. Для примера из области нейросетей мозга мы представляем две матрицы парного сравнения (выборки ЭЭГ (табл. 1) и ЭМГ (табл. 2) у одного и того же испытуемого в неизменном гомеостазе), что в биомеханике нами уже было давно детально исследовано [15-23].

Таблица 1

**Матрица парного сравнения выборок электроэнцефалограмм одного и того же здорового человека (число повторов  $N=15$ ), использовался критерия Вилкоксона (критерий значимости  $p<0,05$ , число совпадений  $k=33$ )**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		0.00	<b>0.32</b>	<b>0.05</b>	0.10	<b>0.64</b>	0.01	<b>0.55</b>	0.00	<b>0.28</b>	<b>0.31</b>	0.00	<b>0.90</b>	0.00	0.00
2	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	<b>0.58</b>
3	0.32	0.00		<b>0.75</b>	0.00	0.03	<b>0.67</b>	<b>0.19</b>	0.00	0.01	<b>0.30</b>	0.02	<b>0.10</b>	0.00	0.00
4	0.05	0.00	0.75		0.00	<b>0.07</b>	<b>0.83</b>	0.00	0.00	0.00	<b>0.06</b>	0.03	0.04	0.00	0.00
5	0.10	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	<b>0.41</b>	<b>0.38</b>	<b>0.66</b>	0.03	0.00	<b>0.21</b>	0.00	0.00
6	0.64	0.00	0.03	0.07	0.00		<b>0.21</b>	<b>0.86</b>	0.00	<b>0.21</b>	<b>0.52</b>	0.00	<b>0.66</b>	0.00	0.00
7	0.01	0.00	0.67	0.83	0.00	0.21		0.02	0.00	0.00	0.01	<b>0.19</b>	0.00	0.00	0.00
8	0.55	0.00	0.19	0.00	0.41	0.86	0.02		<b>0.08</b>	<b>0.93</b>	<b>0.15</b>	0.00	<b>0.97</b>	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.38	0.00	0.00	0.08		<b>0.06</b>	0.00	0.00	<b>0.07</b>	0.00	0.01
10	0.28	0.00	0.01	0.00	0.66	0.21	0.00	0.93	0.06		0.00	0.00	<b>0.36</b>	0.00	0.00
11	0.31	0.00	0.30	0.06	0.03	0.52	0.01	0.15	0.00	0.00		0.00	0.05	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.02	0.03	0.00	0.00	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00
13	0.90	0.00	0.10	0.04	0.21	0.66	0.00	0.97	0.07	0.36	0.05	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	0.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

\*Примечание:  $p$  – достигнутый уровень значимости (критическим уровнем принят  $p<0,05$ )

Таблица 2

**Матрица парного сравнения выборок электромиограмм одного и того же здорового человека (число повторов  $N=15$ ), использовался критерия Вилкоксона (критерий значимости  $p<0,05$ , число совпадений  $k=12$ )**

	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	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,08	0,00	0,00	0,59
3	0,00	0,00		0,17	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	<b>0,17</b>		0,01	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	0,01		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,07	0,81	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21	0,00
7	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	<b>0,07</b>		0,05	0,00	0,00	0,00	0,31	0,00	0,23	0,04
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,81</b>	<b>0,05</b>		0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,45	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,03		0,46	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	<b>0,46</b>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	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	0,00
12	0,00	<b>0,08</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,31</b>	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,97
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	0,00	0,00	0,00	<b>0,21</b>	<b>0,23</b>	<b>0,45</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00
15	0,00	<b>0,59</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,97</b>	0,00	0,00	

\*Примечание:  $p$  – достигнутый уровень значимости (критическим уровнем принят  $p<0,05$ )

При изучении работы нейросетей дыхательного центра мы еще в 70-е годы

20-го века показали, что и при регулярном дыхании (сознательно) и при дыхании во

сне (бессознательно) повторить любой акт вдоха или выдоха в рамках стохастики весьма затруднительно. Все происходит хаотично, «без повторений», как предполагал Н.А. Бернштейн 1947 г., однако, степень этого хаоса никто не измерял и не моделировал. До настоящего времени многие ученые уверены в моделях динамического хаоса Лоренца. Нет количественных данных в этой области с позиции современной науки, мы остаемся в рамках стохастической догмы об устойчивости (стохастической) в системах регуляции движений, в частности, в работе нейросетей мозга [5-8,16-22].

**3. Развитие теории гомеостаза мозга с позиций ТХС.** Центральная догма (или иллюзия?) естествознания (и особенно теория нейросетей мозга и всей науки о мозге) продолжает доминировать во всей медицине, биологии и психологии. Мы все измеряем в рамках стохастики или даже в рамках функционального анализа [1-10]. Это касается и нейронаук, которые активно оперируют *спектральными плотностями сигнала* (СПС), *автокорреляционными*  $A(t)$  и фрактальными размерностями.

Теоретическая биофизика и нейробиология с момента своего возникновения постоянно пытаются найти аналоги поведению сложных *биологических динамических систем* (БДС) и объектов неживой природы в области ДСН. Для подтверждения этого достаточно вспомнить фундаментальное выступление A.V. Hill в 1956 году. Имеются и некоторые итоговые издания, которые ещё в 30-х годах 20-го столетия представляли подобные аналогии между физическими системами и БДС. Существенно, что в этих многочисленных попытках существует очень мало примеров установить аналогии между объектами квантовой механики и СТТ. В этой связи в рамках *теории хаоса-самоорганизации* (ТХС) мы ввели принцип неопределенности для сложных СТТ (*complexity*), который является некоторым аналогом соотношения Гейзенберга [16-23]. Однако проблема неопределенности динамики поведения объектов микромира

может реально иметь некоторые общие корни с объектами макромира, например со сложными биосистемами (*complexity*).

В современной теоретической биофизике СТТ определяют как *complexity*, но при этом нет строгого определения этих систем и их свойств. Сейчас мы говорим о неизменном гомеостазе мозга (его нейросетей), если сохраняются параметры *квазиаттракторов* (КА) ЭЭГ, ЭНГ или ЭМГ у испытуемого (в его неизменном гомеостазе). При этом выборки ЭЭГ, ЭМГ непрерывно и хаотически изменяются (табл. 1 и 2). Они демонстрируют стохастическую неустойчивость, когда получить произвольно  $f_j(x_i) \neq f_{j+1}(x_i)$  практически невозможно.

Традиционные физические подходы в биофизике на уровне *complexity*, как это и представлял в 50-х годах 20-го века A. Hill, не дали нужных результатов из-за особых свойств СТТ. Многочисленные попытки H. Haken и I.R. Prigogine в области синергетики и теории *complexity* также закончились безрезультатно в плане выделения особого математического аппарата и особых моделей для описания *complexity* с самоорганизацией. Более того, сам Пригожин в предсмертной статье «*The Die is not Cast*» особым образом выделил системы в природе, которые современная наука не изучает и не описывает. Речь идёт об уникальных системах, без их повторения в пространстве и времени. Однако, как мы сейчас доказываем, именно эти системы и составляют основные объекты в биологии и медицине [4-10]. СТТ составляют основу всей современной медицины, биологии и психологии и они являются основой динамики поведения нейросетей мозга человека и живого мира в целом.

Во-первых, все СТТ (*complexity* в трактовке Пригожина-Хакена) не имеют точек покоя в традиционном *детерминистско-стохастическом* плане. Например, для СТТ никогда их *вектор состояния системы* (ВСС)  $x=x(t)$  не сможет продемонстрировать стационарный режим в виде  $dx/dt=0$ . Для любой СТТ их ВСС в ФПС испытывает непрерывное и хаотическое движение. Это движение (как

и движение электрона в условиях энергетических ограничений, например, в потенциальной яме или на определённом энергетическом уровне в атоме) ограничено определёнными рамками, накладываемыми на фазовые координаты. Таким образом, СТТ не имеет стационарных режимов в аспекте ДСП, но их движение в ФПС ограничено [16-23]. Эти ограничения имеют аналоги с принципом Гейзенберга в квантовой механике, но есть и специфика СТТ [1-7].

Во-вторых, в биомеханике такими фазовыми координатами являются положение конечности (пальца при постуральном треморе) по отношению к регистрирующему датчику –  $x_1=x_1(t)$  и скорость перемещения конечности  $x_2=x_2(t)=dx_1/dt$ . Для ЭЭГ и ЭМГ координаты биопотенциалов  $x_i(t)$  образуют фазовое пространство вектора  $x=x(t)=(x_1, x_2)^T$ , где  $x_2=dx_1/dt$ , а площадь КА  $S=\Delta x \cdot \Delta x_2$ , где  $\Delta x_1$  – вариационные размахи любой координаты  $x_i$  [12-20].

На фазовой плоскости вектора  $x=(x_1, x_2)^T$  можно построить фазовые траектории, которые всё-таки будут иметь определённые границы в пределах фазового пространства. Эти границы образуют некоторую область в ФПС, которая характеризует физиологическое (психическое) состояние субъекта (испытуемого) и которую мы обозначаем как КА [16-21]. Объём КА ( $V_G$ ) является важной характеристикой объекта, и он используется сейчас нами в биологии, психологии и медицине для диагностики функций организма испытуемого. Таким образом, КА – важная характеристика любой СТТ (*complexity*), динамики поведения их ВСС. Гомеостаз мозга тоже описывается КА, если мы будем анализировать параметры ЭЭГ.

Это особый тип гомеостатических систем, которые находятся в непрерывной хаотической динамике и для них отсутствует возможность какого-либо прогноза в будущем их конечного состояния  $x(t_u)$ . Именно это пытался сказать *M. Gell-Mann* в своём обращении, но только в отношении физических систем. У

этих особых СТТ наряду с особым хаосом имеются и механизмы самоорганизации. Поэтому мы разрабатываем новые методы описания СТТ (отличных от детерминистских и стохастических систем), которые базируются на новой ТХС [10-18].

Эта ТХС включает в себя 5 принципов организации СТТ: компартментно-кластерное строение, свойство «мерцания» СТТ (когда непрерывно  $dx/dt \neq 0$ ), эволюцию СТТ и их телеологическое движение к некоторому конечному КА, наконец, возможность выхода не только за 3 сигмы, но и за 10, 20-ть сигм, что в стохастике исключено полностью. Последнее свойство гигантских отклонений от координат центра КА характерно только для БДС. Именно эти принципы и эти новые методы (расчета КА) и лежат сейчас в основе работы мозга, организации активности его нейросетей [4-10]. Подчеркнем, что нейросети мозга, их хаотичная динамика задает общий хаотичный непрерывный калейдоскоп статистических функций распределения выборок ЭЭГ, всей эффекторной части. В первую очередь речь идет о нервно-мышечной системе, которая регулируется структурами мозга.

**Заключение.** Сейчас мы говорим о гомеостатичном мозге, его гомеостаз проявляется в неизменности параметров *квазиаттракторов* биоэлектрической активности нейросетей мозга (у нас это ЭЭГ и как следствие ЭМГ в табл. 1 и табл. 2). Гомеостаз мозга (и его частей, кластеров) сейчас активно нами моделируется в рамках *компартментно-кластерной теории биосистем*, которая оценивает иерархические системы в рамках детерминистских моделей, но с хаотическим изменением параметров самих этих моделей. Новое направление в нейробиологии и физиологии ЦНС основывается на статистической неустойчивости не только выборок ЭЭГ, но и выборок спектральных плотностей сигнала, автокорреляций и других характеристик биопотенциалов мозга. В этой связи мы предлагаем новые методы изучения нейросетей мозга, которые основаны на новых методах ТХС [19-24].

### Литература

1. Белощенко Д.В., Якунин В.Е., Потетюрин Е.С., Королев Ю.Ю. Оценка параметров электромиограмм у женщин при разном статическом усилии в режиме повторения // Клиническая медицина и фармакология. – 2017. – Т. 3. – № 1. – С. 26-31.
2. Бодин О.Н., Гавриленко Т.В., Горбунов Д.В., Самсонов И.Н. Влияние статической нагрузки мышц на параметры энтропии электромиограмм // Вестник новых медицинских технологий. 2017. Т. 24. № 3. С. 47-52.
3. Болтаев А.В., Газя Г.В., Хадарцев А.А., Синенко Д.В. Влияние промышленных электромагнитных полей на хаотическую динамику параметров сердечно-сосудистой системы работников нефтегазовой отрасли // Экология человека. – 2017 - № 8 – С. 3-7.
4. Еськов В.В. Термодинамика неравновесных систем I.R. Prigogine и энтропийный подход в физике живых систем // Вестник новых медицинских технологий. – 2017. – Т. 24. – № 2. – С. 7–15.
5. Еськов В.В. Математическое моделирование неэргодичных гомеостатических систем // Вестник новых медицинских технологий. 2017. Т. 24. № 3. С. 33-39.
6. Еськов В.В., Гавриленко Т.В., Еськов В.М., Вохмина Ю.В. Феномен статистической неустойчивости систем третьего типа – complexity // Журнал технической физики. – 2017. – Т. 87. – № 11. – С. 1609-1614.
7. Еськов В.М., Зинченко Ю.П., Журавлева О.А., Филатова О.Е. Три глобальные парадигмы естествознания и обоснование третьей парадигмы в психологии и медицине // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. – 2017. – Т. 11. – № 1. – С. 45-54.
8. Еськов В.М., Филатова О.Е., Полухин В.В. Проблема выбора абстракций при применении биофизики в медицине // Вестник новых медицинских технологий. – 2017. – Т. 24. – № 1. – С. 158-167.
9. Еськов В.М., Филатова О.Е., Еськов В.В., Гавриленко Т.В. Эволюция понятия гомеостаза: детерминизм, стохастика, хаос-самоорганизация // Биофизика. – 2017. – Т. 62. – № 5. – С. 984–997.
10. Зилов В.Г., Хадарцев А.А., Еськов В.В., Еськов В.М. Экспериментальные исследования статистической устойчивости выборок кардиоинтервалов // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2017. – Т. 164. – № 8. – С. 136-139.
11. Мирошниченко И.В., Майстренко В.И., Ключ Л.Г., Булатов И.Б. Хаотическая динамика электроэнцефалограмм // Вестник новых медицинских технологий. 2017. Т. 24, № 2. С. 22-28.
12. Томчук А.Г., Широков В.А., Мирошниченко И.В., Яхно В.Г. Стохастический и хаотический анализ психо-эмоционального статуса и вегетативных показателей в комплексном лечении хронических мышечно-скелетных болей // Вестник новых медицинских технологий. 2017. Т. 24. № 3. С. 40-46.
13. Филатова О.Е., Майстренко Е.В., Болтаев А.В., Газя Г.В. Влияние промышленных электромагнитных полей на динамику сердечно-сосудистых систем работниц нефтегазового комплекса // Экология и промышленность России. – 2017. – Т. 21. – №7. – С. 46-51.
14. Хадарцев А.А., Еськов В.М. Внутренние болезни с позиции теории хаоса и самоорганизации систем (научный обзор) // Терапевт. – 2017. – № 5-6. – С. 5-12.
15. Широков В.А, Томчук А.Г, Роговский Д.А. Стохастический и хаотический анализ вертеброневрологических показателей

пациентов при остеохондрозе позвоночника в условиях севера // Клиническая медицина и фармакология. – 2017. – Т. 3. – № 1. – С. 34-38

16. Яхно В.Г., Белощенко Д.В., Баженова А.Е., Башкатова Ю.В. Парадокс Еськова-Филатовой в оценке параметров биосистем // Вестник новых медицинских технологий. – 2017. – Т. 24. – № 3. – С. 20-26.

17. Betelin V.B., Eskov V.M., Galkin V.A. and Gavrilenko T.V. Stochastic Volatility in the Dynamics of Complex Homeostatic Systems // Doklady Mathematics. – 2017. – Vol. 95. – No. 1. – Pp. 92–94.

18. 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.

19. 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.

20. 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.

21. 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.

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

23. Khadartsev A.A., Nesmeyanov A.A., Eskov V.M., Filatov M.A., PabW. Foundamentals of chaos and self-organization theory

in sports // Integrative medicine international. – 2017. – Vol. 4. – Pp. 57-65.

24. 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.

### References

1. Beloshchenko D.V., Yakunin V.E, Potetyurina E.S., Korolev Yu.Yu. Otsenka parametrov elektromiogramm u zhenshchin pri raznom staticheskom usilii v rezhime povtoreniya [Assesment of electromyograms parameters in women with different static physical loads during repetitions] // Klinicheskaya meditsina i farmakologiya. – 2017. – Т. 3. – № 1. – S. 26-31.

2. Bodin O.N., Gavrilenko T.V., Gorbunov D.V., Samsonov I.N. Vliyanie staticheskoi nagruzki myshts na parametry entropii elektromiogramm [Thermodynamic method in analyzing the parameters bioelectrical muscles at different static loads] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii. 2017. T. 24. № 3. S. 47-52.

3. Boltaev A.V., Gazya G.V., Khadartsev A.A., Sinenko D.V. Vliyanie promyshlennykh elektromagnitnykh polei na khaoticheskuyu dinamiku parametrov serdechno-sosudistoi sistemy rabotnikov neftegazovoi otrasli [The electromagnetic fields effect on chaotic dynamics of cardiovascular system parameters of workers of oil and gas industry] // Ekologiya cheloveka. – 2017 - № 8 – S. 3-7.

4. Es'kov V.V. Termodinamika neravnovesnykh sistem I.R. Prigogine i entropiinyi podkhod v fizike zhivyykh system [Thermodynamics of nonequilibrium systems I.R. Prigogine and entropy approach in the physics of living systems] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii. – 2017. – Т. 24. – № 2. – S. 7–15.

5. Es'kov V.V. Matematicheskoe modelirovanie neergodichnykh gomeostaticheskikh sistem [Mathematical

- modeling of non-ergodic homeostatic systems] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii. 2017. T. 24. № 3. S. 33-39.
6. Es'kov V.V., Gavrilenko T.V., Es'kov V.M., Vokhmina Yu.V. Fenomen statisticheskoi neustoichivosti sistem tret'ego tipa – complexity [Static instability phenomenon in type-three secretion systems: complexity] // Zhurnal tekhnicheskoi fiziki. – 2017. – T. 87. – № 11. – S. 1609-1614.
7. Es'kov V.M., Zinchenko Yu.P., Zhuravleva O.A., Filatova O.E. Tri global'nye paradigmy estestvoznaniya i obosnovanie tret'ei paradigmy v psikhologii i meditsine [Three global paradigms of natural sciences and justification of the third paradigm in psychology and medicine] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii. Elektronnoe izdanie. – 2017. – T. 11. – № 1. – S. 45-54.
8. Es'kov V.M., Filatova O.E., Polukhin V.V. Problema vybora abstraktsii pri primenenii biofiziki v meditsine [Problem of a choice of abstractions: application the biophysics in medicine] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii. – 2017. – T. 24. – № 1. – S. 158-167.
9. Es'kov V.M., Filatova O.E., Es'kov V.V., Gavpilenko T.V. Evolyutsiya ponyatiya gomeostaza: detepminizm, stoxastika, kaos-camoorganizatsiya [Evolution of term homeostasis: determinism, stochastics, chaos-self-organisation] // Biofizika. – 2017. – T. 62. – № 5. – S. 984-997.
10. Zilov V.G., Khadartsev A.A., Es'kov V.V., Es'kov V.M. Eksperimental'nye issledovaniya statisticheskoi ustoichivosti vyborok kardiointervalov [The absence of statistical stability in rr-intervals of human body] // Byulleten' eksperimental'noi biologii i meditsiny. – 2017. – T. 164. – № 8. – S. 136-139.
11. Miroshnichenko I.V., Maistrenko V.I., Klyus L.G., Bulatov I.B. Khaoticheskaya dinamika elektroentsefalogramm [Chaotic dynamics of electroencefalogramm] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii. 2017. T. 24, № 2. S. 22-28.
12. Tomchuk A.G., Shirokov V.A., Miroshnichenko I.V., Yakhno V.G. Stokhasticheskii i khaoticheskii analiz psikhо-emotsional'nogo statusa i vegetativnykh pokazatelei v kompleksnom lechenii khronicheskikh myshechno-skeletnykh bolei [Stochastic and chaotic analysis of the psycho-emotional status and vegetative indices in the complex treatment of chronic muscle-skeletal pains] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii. 2017. T. 24. № 3. S. 40-46.
13. Filatova O.E., Maistrenko E.V., Boltaev A.V., Gazya G.V. Vliyanie promyshlennykh elektromagnitnykh polei na dinamiku serdechno-sosudistykh sistem rabotnits neftegazovogo kompleksa [The influence of industrial electromagnetic fields on cardio-respiratory systems of oil-gas industry complex female workers] // Ekologiya i promyshlennost' Rossii. – 2017. – T. 21. – №7. – S. 46-51.
14. Khadartsev A.A., Es'kov V.M. Vnutrennie bolezni s pozitsii teorii khaosa i samoorganizatsii sistem (nauchnyi obzor) [Internal diseases from the point of the theory of chaos and self-organizing of systems (scientific review)] // Terapevt. – 2017. – № 5-6. – S. 5-12.
15. Shirokov V.A., Tomchuk A.G., Rogovskii D.A. Stokhasticheskii i khaoticheskii analiz vertebronevrologicheskikh pokazatelei patsientov pri osteokhondroze pozvonochnika v usloviyakh severa [Stochastic and chaotic analysis of vertebroneurological indicators of patients with osteochondrosis of the vertebra in the north] // Klinicheskaya meditsina i farmakologiya. – 2017. – T. 3. – № 1. – S. 34-38
16. Yakhno V.G., Beloshchenko D.V., Bazhenova A.E., Bashkatova Yu.V. Paradoks Es'kova-Filatovoi v otsenke parametrov



biosistem [The Eskov-Filatova paradox to the estimation of the parameters of biosystems] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii. – 2017. – Т. 24. – № 3. – С. 20-26.

17. Betelin V.B., Eskov V.M., Galkin V.A. and Gavrilenko T.V. Stochastic Volatility in the Dynamics of Complex Homeostatic Systems // Doklady Mathematics. – 2017. – Vol. 95. – No. 1. – Pp. 92–94.

18. 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.

19. 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.

20. 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.

21. 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.

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

23. 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.

24. 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.