10.12737/article_5b2cec45a26bf3.57991992

МЕТОДЫ ТЕОРИИ ХАОСА-САМООРГАНИЗАЦИИ В ОЦЕНКЕ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМ ТРЕТЬЕГО ТИПА – *COMPLEXITY*

С.А. ПРОХОРОВ[1], Д.В. БЕЛОЩЕНКО[2], А.Д. ШЕЙДЕР[2], М.Н. ГОРБУНОВА[2]

[1]Самарский государственный аэрокосмический университет им. акад. С.П. Королева (НИУ), Московское шоссе, 34, Самара, Россия, 443086
[2]БУ ВО «Сургутский государственный университет», ул. Ленина, 1, Сургут, 628400, Россия, e-mail: d.beloshhenko@mail.ru

Аннотация. С позиций эффекта Еськова-Зинченко демонстрируется необходимость по-новому рассматривать и прогнозировать на индивидуальном и популяционном уровнях состояние *нервно-мышечной системы* организма человека с учетом особого хаоса её параметров. В работе анализировались многократные измерения параметров x_i гомеостаза организма человека на примере *электромиограмм* у группы девушек в спокойном состоянии и после локального холодового воздействия. Для всех полученных выборок был выполнен сравнительный статистический анализ, рассчитаны площади и объемы квазиаттракторов, а также построены матрицы попарного сравнения и фазовые портреты. Показано, что стохастический подход, расчет статистических функций распределения *f(x)* получаемых подряд выборок *электромиограмм* даже у одного испытуемого демонстрирует все-таки хаотическую динамику. Ставится под сомнение достоверность информации о состоянии функций организма человека, которую получают при обработке разовой выборки параметров x_i для любой регуляторной системы. Организм человека, как объект, для своего описания требует новых методов теории хаоса-самоорганизации.

Ключевые слова: *электромиограмма, локальное холодовое воздействие, квазиаттрактор, адаптация, эффект Еськова-Зинченко.*

METHODS OF CHAOS-SELF-ORGANIZATION THEORY IN THE STUDY OF THIRD-TYPE-COMPLEXITY PARAMETERS SYSTEMS

S.A. PROCHOROV[1], D.V. BELOSHCHENKO[2], A.D. SHEIDER[2], M.N. GORBUNOVA[2]

[1]Samara State Aerospace University, Moskovskoe sh., 34, Samara, Russia, 443086
[2]Surgut State University, Lenina pr., 1, Surgut, Russia, 628400, e-mail: d.beloshhenko@mail.ru

Abstract. The need to reexamine and to predict the state of the neuromuscular system of the human body has been demonstrated from the standpoint of Eskov-Zinchenko effect in individual and population levels at the same time taking into account the special chaos of parameters of neuromuscular system. The multiple repetitions of the homeostasis parameters x_i of the human body as an exampleof electromyograms from the group of trained girls in a state of rest have been and after local cold exposure analyzed in this paper. A comparative statistical analysis was performed for all obtained samples of electromyograms. Areas and volumes of quasiattractors have been calculated as well as matrix of pairwise comparisons and phase portraits have been constructed. It is shown that the stochastic approach, the calculation of the distribution functions *f(x)*, samples of electromyograms recorded consecutively even for one subject shows a chaotic dynamic. The accuracy of the information on the functional systems of the body that we receive when processing a single sample of the parameters x_i of any functional system of the body is being questioned, as an example – neuromuscular system. Human body is not an object of modern stochastic and dynamical chaos theory of complex biosystems, for theory description needs new methods of chaos-selforganization theory.

Key words: *electromyogram, local cold exposure, homeostasis, quasiattractor, adaptation, Eskov-Zinchenko effect.*

Введение. Изучение физиологических механизмов произвольных двигательных актов является актуальной проблемой физиологии и медицины на протяжении многих лет, так как их реализация связана одновременно и с осуществлением движений во внешней среде, и с поддержанием положения тела в пространстве. Это в свою очередь составляет фундаментальное свойство всей двигательной системы. Управление целенаправленными движениями тела во внешней среде всегда сопровождается включением механизмов, корректирующих внутренние и внешние параметры движения [1,4-6,9-13].

На сегодняшний день накоплен большой экспериментальный материал об изменении отдельных физиологических параметров в ходе мышечной деятельности. Приводятся сведения о морфологических и функциональных изменениях, отражающих процесс приспособления организма к различным внешним и внутренним воздействиям. В данной работе описаны изменения в *нервно-мышечной системе* (НМС) – биопотенциалов *мышцы, отводящей мизинец – musculus adductor digiti mini* (*MADM*) при повторных экспериментах у группы испытуемых, находящихся в разных физиологических состояниях: до и после локального холодового воздействия. Особенность исследований – проверка гипотезы Н.А. Бернштейна о повторении без повторений [3-6,14-18,24].

Целью настоящей работы является исследование динамики изменения параметров НМС у группы испытуемых на примере *электромиограмм* (ЭМГ) до и после локального холодового воздействия. Гипотермический фактор представляет особый научно-практический интерес для оценки механизмов адаптации и для понимания принципов функционирования сложных систем, систем третьего типа, *complexity* в особых условиях Севера РФ [15].

Объект и методы исследования. В настоящих исследованиях объектом для наблюдения являлись испытуемые – молодые девушки в возрасте 23-х лет, которые подвергались локальному холодовому воздействию по стандартной методике.

Изначально испытуемые находились в положении сидя с вытянутыми руками вдоль туловища в относительно комфортных условиях при полном отсутствии какой-либо нагрузки на мускулатуру. Испытуемым закреплялись 2 электрода: к мышце (*MADM*) кисти был прикреплен накожный вилочковый электрод с постоянным межэлектродным расстоянием, а к самой кисти (где находится лучезапястный сустав) был прикреплен заземляющий электрод.

Находясь в комфортном (сидячем) положении, испытуемым необходимо было сжимать рабочую часть динамометра мышечной силой 50Н кистью правой верхней конечности, вытянутой в горизонтальном положении до и после гипотермического (локального холодового) воздействия (верхняя конечность (правая кисть руки) испытуемого помещалась в емкость с талой водой при $t \approx +3C^0$ и находилась там, в течение 1 минуты, после чего снимались показатели). В течение 5 секунд по 15 раз записывались показания ЭМГ в режиме биполярного отведения с последующей регистрацией в памяти ЭВМ. Всего было обследовано 15 человек (девушек), которые проживали на Севере более 20 лет.

Во всех случаях у испытуемых регистрировались ЭМГ с частотой дискретизации μ=0.25 мс. Записи файлов ЭМГ мышцы обрабатывались программным комплексом для формирования вектора $x=(x_1,x_2)^T$, где $x_1=x(t)$ – абсолютное значение биопотенциалов мышцы (ЭМГ) на некотором интервале времени Δt, а x_2 – скорость изменения x_1, т.е. $x_2=dx_1/dt$.

Обработка полученных экспериментальных данных осуществлялась при помощи программного пакета «*Statistica 10*». Проверка данных на соответствие закону нормального распределения оценивалась на основе вычисления критерия Шапиро-Уилка. Дальнейшие исследования производились методами непараметрической статистики (критерий Вилкоксона). Были составлены матрицы парных сравнений выборок ЭМГ для всех 15-ти серий повторов экспериментов как до, так и после гипотермического воздействия. Устанавливалась закономерность изменения числа «совпадений» пар выборок k, получаемых параметров $x_i(t)$ ЭМГ у группы испытуемых. Систематизация материала и представленных результатов расчетов выполнялась с применением программного пакета электронных таблиц *Microsoft Excel* и в рамках новых методов ТХС [17-25,27-34].

Результаты исследования. В результате обработки временной развертки сигнала ЭМГ (анализ спектра выборки периодических ЭМГ показателей человека) с помощью программы «*MioEcg* 2» были получены 4000 дискретных значений $x(t)$ ЭМГ мышцы при каждом из многократных повторов до и после локального холодового воздействия. Все эти повторы были направлены на разработку методов инди-

видуальной медицины, в которой необходимо учитывать эффект Еськова-Зинченко, когда невозможно подряд произвольно получить две одинаковые $f(x)$ ($f_j(x_i) \neq f_{j+1}(x_i)$). При анализе полученных временных рядов по данным электромиографии видно, что получаемый сигнал уникален. Это проявляется в хаотической динамике статистических функций распределения $f(x_i)$ для ЭМГ, получаемых выборок. Это и есть эффект Еськова-Зинченко в электрофизиологии, который впервые был открыт в биомеханике [3,10-12,14-19,24,29-34].

Была произведена статистическая обработка динамики параметров ЭМГ (анализ 4000 значений сокращений мышцы в каждой выборке ЭМГ) у испытуемых до и после локального холодового воздействия. Результаты проверки на нормальность распределения параметров ЭМГ по критерию Шапиро-Уилка, показали, что значения параметров биоэлектрической активности мышцы имеют непараметрический тип распределения (распределение, отличное от нормального имеет $p<0,05$) следовательно, значения ЭМГ представлялись медианами и процентилями (5-й и 95-й) (табл. 1).

Таблица 1

Результаты статистической проверки на соответствие закону нормального распределения (по критерию Шапиро-Уилка) значений параметров ЭМГ у группы девушек до (Z_1) и после локального холодового воздействия (Z_2)

N	***Z_1* до локального холодового воздействия**						***Z_2* после локального холодового воздействия**					
	X_{cp}	***W***	***p***	*Процентили %*			***X_{cp}***	***W***	***p***	*Процентили %*		
				50, Me	5, %	95, %				*50, Me*	5, %	95, %
1	519	0,99	0,00	518	487	553	538	0,98	0,00	537	514	563
2	529	0,91	0,00	529	522	535	549	0,99	0,00	550	524	570
3	486	0,92	0,00	479	295	610	568	0,99	0,00	571	314	895
4	*525*	*0,97*	*0,00*	*542*	*331*	*663*	*512*	*1,00*	*0,00*	*511*	*414*	*615*
5	*549*	*0,88*	*0,00*	*560*	*459*	*691*	*531*	*0,93*	*0,00*	*549*	*423*	*604*
6	*540*	*0,90*	*0,00*	*532*	*423*	*723*	*535*	*0,99*	*0,00*	*535*	*456*	*612*
7	533	0,91	0,00	555	430	602	533	0,91	0,00	555	430	602
8	525	0,98	0,00	526	503	547	530	0,96	0,00	536	484	562
9	495	0,97	0,00	494	371	599	545	0,91	0,00	549	436	606
10	*528*	*0,99*	*0,00*	*528*	*491*	*567*	*473*	*0,98*	*0,00*	*470*	*368*	*604*
11	527	1,00	0,00	530	434	615	539	0,98	0,00	540	425	646
12	*537*	*0,92*	*0,00*	*545*	*437*	*600*	*523*	*0,99*	*0,00*	*526*	*153*	*867*
13	530	0,99	0,00	530	523	537	528	0,98	0,00	528	511	539
14	483	0,99	0,00	487	411	549	534	0,99	0,00	536	496	563
15	446	0,98	0,00	456	257	606	533	0,99	0,00	535	387	673
X_{cp}	**517**	**0,95**	**0,00**	**521**	**425**	**600**	**532**	**0,97**	**0,00**	**535**	**423**	**635**

Примечание:* ***W* – критерий Шапиро-Уилка (Shapiro-Wilk) для проверки типа распределения признака; ***p*** – достигнутый уровень значимости, полученный в результате проверки типа распределения по критерию Шапиро-Уилка(критическим уровнем значимости принят $p<0,05$). ***X_{cp}*** – средние арифметические значения; ***Me*** – медиана (5%;95%) для описания асимметричных распределений использована медиана, а в качестве мер рассеяния процентили (5-й и 95-й).

В табл. 1 представлена динамика параметров ЭМГ у 15-ти девушек до и после локального холодового воздействия (**1-й** из серии из 15 экспериментов в кажой). Средние значения (***X_{cp}***) и значения медиан (***Me***) параметров ЭМГ в большинстве случаев увеличиваются после локального холодового воздействия, однако у 5-ти испытуемых после гипотермии наблюдается уменьшение данных значений параметров ЭМГ (№ 4,5,6,10,12; подобные результаты наблюдались и на рис. 1), что статистически не является достоверным различием в оценке ответной реакции НМС человека на внеш-

нее неблагоприятное воздействие. Иными словами, традиционная статистика дает низкую эффективность в оценке ЭМГ при локальной гипотермии [6-12,15-19].

Далее для группы испытуемых были составлены матрицы парных сравнений выборок ЭМГ до и после локального холодового воздействия, которые демонстрируют различное число пар совпадений (k) у группы испытуемых (4000 точек ЭМГ в каждой выборке из всех 15-ти выборок (всего значений $x_i(t)$ в серии 60000 ЭМГ). При использовании непараметрического критерия Вилкоксона были получены многочисленные таблицы, в которых представлены результаты сравнения значений ЭМГ для 15-ти серий повторов выборок ЭМГ по 15 выборок в каждой серии экспериментов (225 выборок)).

В качестве примера представлены результаты обработки данных значений ЭМГ испытуемой в спокойном состоянии (без какого-либо воздействия) в виде матрицы (15×15) для одной (из всех 15-ти) серии (табл. 2). Эти повторы измерений ЭМГ производили для проверки эффекта Еськова-Зинченко (в физиологии) относительно состояния НМС, как базовой *функциональной системы организма* (ФСО), для каждого испытуемого [15-19,24-33]. Подчеркнем, что именно НМС была впервые описана (ее неустойчивость) в рамках компартментно-кластерного подхода [20-24].

Таблица 2

Уровни значимости (*p*) для попарных сравнений параметров ЭМГ испытуемой до локального холодового воздействия с помощью непараметрического критерия Вилкоксона (*Wilcoxon Signed Ranks Test*) (число повторов *N*=15), число совпадений *k*=13

	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	0,13	0,00	0,00	0,00	0,44	0,13	0,00	0,00	0,00
2	0,00		0,00	0,00	0,00	0,20	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,00		0,19	0,00	0,00	0,61	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	**0,19**		0,00	0,00	0,18	0,43	0,00	0,00	0,00	0,45	0,01	0,00
6	0,00	**0,20**	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	**0,13**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,66	0,55	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	**0,61**	**0,18**	0,00	0,00		0,94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,43**	0,00	0,00	**0,94**		0,00	0,00	0,00	0,03	0,05	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	0,11	0,00
11	**0,44**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,66**	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
12	**0,13**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,55**	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
13	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,45**	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	***0,05***	**0,11**	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	

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

Характерно, что все статистические функции распределения $f(x)$ выборок ЭМГ показывают общую неустойчивость (для подряд регистрируемых повторений). Имеются (в табл. 2) только два поддиагональных элемента (k_s=2) с p>0,05. Это означает, что из 105 разных пар сравнения ЭМГ только у двух пар (подряд) возможно совпадение выборок ЭМГ. Здесь k– это число пар выборок, которые (пары) можно отнести к одной генеральной совокупности, если их регистрировать подряд [24-32].

Из табл. 2 следует, что k имеет небольшие значения (k=13) для испытуемой до локального холодового воздействия. Подобные результаты были получены и при сравнении всех 15-ти серий выборок (по 15 в каждой) ЭМГ после гипотермического воздействия. Однако, была отмечена разнонаправленная реакция у всех испытуемых на действие локального охлаждения: в группе девушек значения числа пар выборок k, как уменьшались, так и увеличивались после локального холодового воздействия. У мужского населения таких разнонаправленных реакций не наблюдается [3,6-10,17]. Лишь у 5-ти испытуемых после гипотермии наблюдается уменьшение числа k пар совпадений выборок ЭМГ (№ 4,5,6,10,12 (аналогично см. табл. 1 и рис.

1))! Обратим внимание-что эти девушки занимаются различными видами спорта (на протяжении многих лет!) Аналогичная динамика нами наблюдалась и при анализе *треморограмм* (ТМГ) [5,15-18,26-31], *теппинграмм* (ТПГ) [4,5,18,29-31] и *кардиоинтервалов* (КИ) [32,33].

Это может, являться важной характеристикой адаптационных закономерностей поведения хаотической динамики ЭМГ и ТМГ именно у лиц с хорошей физической подготовкой, что может характеризовать степень физической подготовленности и отличие спортсмена от человека без физической подготовки (при этом речь идет о женском населении Югры) (рис. 1). Все это доказывает реальность эффекта Еськова-Зинченко в электромиографии. Одновременно, это расширяет область примеров неустойчивости выборок x_i параметров гомеостаза организма человека, находящегося в различных физических состояниях.

Для наглядной оценки хаотической динамики параметров ЭМГ были рассчитаны площади *квазиаттракторов* и построены их фазовые портреты. Характерный (типичный) пример фазового портрета тренированной (спортсменки) испытуемой до-после локального холодового воздействия представлен на рис. 1, где наблюдается резкое снижение площади КА после гипотермии. Это характеризует степень физической подготовленности (отличие спортсмена от человека без физической подготовки) испытуемых, т.к. у лиц, которые не занимаются спортом, ситуация инвертируется (после охлаждения S_{KA} увеличивается).

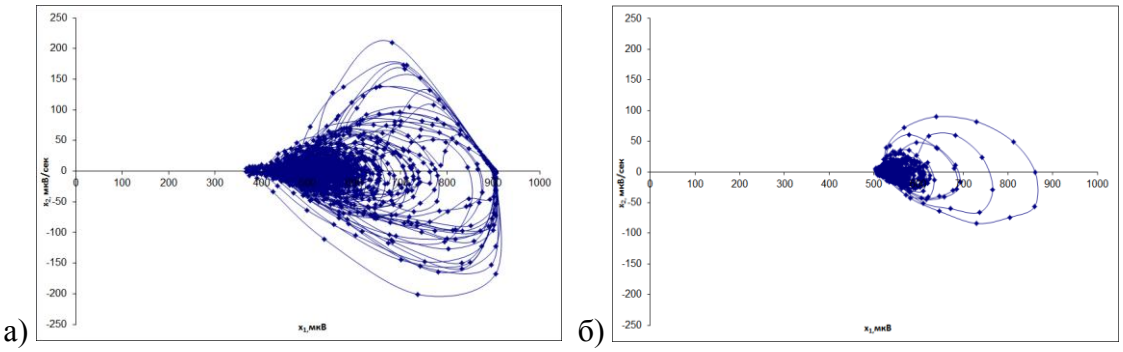

Рис. 1. Типичный пример фазового портрета параметров ЭМГ у тренированной испытуемой с координатами $x_1, x_2=dx_1/dt$: а) конфигурация КА до локального холодового воздействия $S_{KA}=23{,}4\times10^4$ у.е.; б) изменения конфигурации КА после локального холодового воздействия $S_{KA}=7{,}1\times10^4$ у.е.

Таким образом, локальное холодовое воздействие существенно изменяет значения параметров ЭМГ. Об этом свидетельствуют как изменения значения площадей КА, так и числа *k* пар совпадений выборок ЭМГ у испытуемой при повторных экспериментах. Использование запатентованных методов показало, что расчет параметров КА и построение матриц парных сравнений выборок ЭМГ показывает индивидуальное различие по параметрам ЭМГ. Это позволяет объективно оценивать динамику резервных возможностей организма и их прогностическую значимость, а также оценивать степень тренированности (или детренированности) испытуемых.

Заключение. Выборки подряд регистрируемых параметров ЭМГ являются характерным примером хаотической динамики поведения параметров НМС человека, как сложной биосистемы (*complexity*). Параметры ЭМГ ($x_1(t)$, $x_2(t)=dx_1dt$, и $x_3(t)=dx_2dt$), демонстрируют статистически неповторимую динамику, которую невозможно изучать в рамках традиционной науки, т.е. детерминизма или стохастики. Функции распределения *f(x)* непрерывно изменяются, а значит, и любые статистические характеристики имеют ежесекундный для ЭМГ характер изменения (хаотического). Это представляет эффект Еськова-Зинченко в аспекте изучения ЭМГ, но сейчас этот эффект распространяется и на другие параметры гомеостаза [4-10,23-25,28,30,32].

Методы математического моделирования параметров ЭМГ испытуемых в виде КА в многомерном фазовом пространстве состояний в сочетании с традиционными детерминистско-стохастическими методами в виде парных сравнений выборок ЭМГ и построения матриц (15×15), обеспечивают получение объективной информации о функциональном состоянии и степени адекватности реакций организма на внешние воздействия. Изучение состояния механизмов регуляции, определение степени напряжения регуляторных систем имеют большое значение для оценки особенностей адаптации организма человека к холоду. Это стресс-воздействие способно резко изменить размеры КА и число *k*, но спортсмены и не спортсмены дают разную реакцию, хотя в совокупности мы наблюдаем увеличение *k*.

Литература

1. 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. DOI: 10.12737/article_59c49f1a20b4c7.3039668
2. Гавриленко Т.В., Вохмина Ю.В., Даянова Д.Д., Берестин Д.К. Параметры квазиаттракторов в оценке стационарных режимов биологических динамических систем с позиций компартментно-кластерного подхода // Вестник новых медицинских технологий. – 2014. – Т. 21. – № 1. – С. 134-137. DOI: 10.12737/3327
3. Гавриленко Т.В., Якунин Е.В., Горбунов Д.В., Гимадиев Б.Р., Самсонов И.Н. Эффект Еськова-Зинченко в оценке параметров теппинга // Вестник новых медицинских технологий. – 2017. – Т. 24. – № 1. – С. 9-14.
4. Галкин В.А., Филатова О.Е., Журавлева О.А., Шелим Л.И. Новая наука и новое понимание гомеостатических систем // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2017. – № 1. – С. 74-86. DOI: 10.12737/article_58ef6f7a9c4939.90994248
5. 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. DOI:10.12737/article_5a72e5f37c5f67.24241158
6. Еськов В.В. Математическое моделирование гомеостаза и эволюции complexity: монография. Тула: изд-во ТулГУ, 2016. – 372 с.
7. Еськов В.В. Эволюция систем третьего типа в фазовом пространстве состояний // Вестник кибернетики. – 2017. – № 3 (27). – С. 53-58.
8. Еськов В.В. Возможности термодинамического подхода в электромиографии // Вестник кибернетики. – 2017. – № 4 (28). – С. 109-115.
9. Еськов В.М., Галкин В.А., Филатова О.Е. Complexity: хаос гомеостатических систем: монография / Под ред. Г.С. Розенберга. Самара: изд-во ООО «Порто-принт», 2017. – 388 с.
10. Еськов В.М., Галкин В.А., Филатова О.Е. Конец определенности: хаос гомеостатических систем: монография / Под ред. А.А. Хадарцева, Г. С. Розенберга. Тула: изд-во ООО «ТППО», 2017. – 596 с.
11. Еськов В.М., Хадарцев А.А., Козупица Г.С., Шелим Л.И. Третьея парадигма и детерминистско-стохастическая наука // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2017. – № 3. – С. 60-70. DOI: 10.12737/article_ 59df76db3a6b33.94271886
12. Еськов В.М., Попов Ю.М., Якунин В.Е. Конец определенности в естествознании: хаос и самоорганизация complexity // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2017. – № 1. – С. 64-74. DOI: 10.12737/article_58ef6ef2f1dde7.21662 826
13. Еськов В.М., Зинченко Ю.П., Филатова О.Е. Признаки парадигмы и обоснование третьей парадигмы в психологии // Вестник Московского университета. Серия 14: Психология. – 2017. – № 1. – С. 3-17.
14. Зилов В.Г., Хадарцев А.А., Иляшенко Л.К., Еськов В.В., Миненко И.А. Экспериментальные исследования хаотической динамики биопотенциалов мышц при различных статических нагрузках // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2018. – Т. 165. – № 4. – С. 400-403.

15.Зинченко Ю.П., Хадарцев А.А., Филатова О.Е. Введение в биофизику гомеостатических систем (complexity) // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2016. – № 3. – С. 6-15. DOI: 10.12737/22107

16.Филатова О.Е., Баженова А.Е., Иляшенко Л.К., Григорьева С.В. Оценка параметров треморограмм с позиции эффекта Еськова-Зинченко // Биофизика. – 2018. – Т. 63. – № 2. – С. 358-364.

17.Якунин В.Е., Белощенко Д.В., Афаневич К.А., Горбунов Д.В. Оценка параметров электромиограмм в рамках теории хаоса-самоорганизации // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2017. – № 1. – С. 33-40. DOI: 10.12737/article_58ef6cb97745 01.10816350

18.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.

19.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.

20.Eskov V.M., Filatova O.E., Ivashenko V.P. Computer identification of compartmental neuron circuits // Measurement Techniques. – 1994. – Vol. 37. – No. 8. – Pp. 967-971.

21.Eskov V.M., Filatova O.E. Respiratory rhythm generation in rats: The importance of inhibition // Neurophysiology. – 1995. – Vol. 25. – No. 6. – Pp. 348-353.

22.Eskov V.M. Models of hierarchical respiratory neuron networks // Neurocomputing. – 1996. – Vol. 11. – No. (2-4). – Pp. 203-226.

23.Eskov V.M., Filatova O.E. A compartmental approach in modeling a neuronal network. Role of inhibitory and excitatory processes // Biofizika. – 1999. – Vol. 44. – No. 3. – Pp. 518-525.

24.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.

25.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.

26.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.

27.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.

28.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.

29.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.

30.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.

31.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.

32.Mezentseva L.V., Pertsov S.S., Kopilov F.Yu., Lastovetsky A.G. Mathematical analysis of the stability of heart– rate dynamics in postinfarction patients // Biophysics. – 2017. – Vol. 62. – No. 3. – Pp. 499-502.

33.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. – No. 2. – Pp. 115-117.

Reference

1. Bodin O.N., Gavrilenko T.V., Gorbunov D.V., Samsonov I.N. Vliyanie staticheskoj nagruzki myshc na parametry ehntropii ehlektromiogramm [Thermodynamic method in analyzing the parameters bioelectrical muscles at different static loads] // Vestnik novyh medicinskih tekhnologij [Journal of new medical technologies]. – 2017. – T. 24. – № 3. – S. 47-52. DOI:10.12737/article_59c49f1a20b4 c7 .3039668

2. Gavrilenko T.V., Vohmina YU.V., Dayanova D.D., Berestin D.K. Parametry kvaziattraktorov v ocenke stacionarnyh rezhimov biologicheskih dinamicheskih sistem s pozicij kompartmentno-klasternogo podhoda [Parameters of quasiattractors in the estimation of stationary regimes of biological dynamic systems according to compartmentae-cluster approach] // Vestnik novyh medicinskih tekhnologij [Journal of new medical technologies]. – 2014. – T. 21. – № 1. – S. 134-137. DOI: 10.12737/3327

3. Gavrilenko T.V., Yakunin E.V., Gorbunov D.V., Gimadiev B.R., Samsonov I.N. Effekt Es'kova-Zinchenko v ocenke parametrov teppinga [Eskov-Zinchenko effect in the estimation of tapping parameters] // Vestnik novyh medicinskih tekhnologij [Journal of new medical technologies]. – 2017. – T. 24. – № 1. – S. 9-14.

4. Galkin V.A., Filatova O.E., Zhuravleva O.A., SHelim L.I. Novaya nauka i novoe ponimanie gomeostaticheskih sistem [New science and new understanding of homeostatic systems] // Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2017. – № 1. – S. 74-86. DOI: 10.12737/article_58ef6f 7a9c4939.90994248

5. Denisova L.A., Beloshchenko D.V., Bashkatova YU.V., Gorbunov D.V. Osobennosti regulyacii dvigatel'nyh funkcij 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. DOI:10.12737/article_5a72e5f37c5f67.2 4 241158

6. Es'kov V.V. Matematicheskoe modelirovanie gomeostaza i ehvolyucii complexity: monografiya. Tula: izd-vo Tul-GU, 2016. – 372 s.

7. Es'kov V.V. Evolyuciya sistem tret'ego tipa v fazovom prostranstve sostoya-nij [Evolution of the third type systems in phase space state] // Vestnik kibernetiki [Herald of cybernetics]. – 2017. – № 3 (27). – S. 53-58.

8. Es'kov V.V. Vozmozhnosti termodinamicheskogo podhoda v ehlektromiografii [Possibilities of thermodynamic approach in electrormyography] // Vestnik kibernetiki [Herald of cybernetics]. – 2017. – № 4 (28). – S. 109-115.

9. Es'kov V.M., Galkin V.A., Filatova O.E. Complexity: haos gomeostaticheskih sistem: monografiya / Pod red. G.S. Rozen-berga. Samara: izd-vo OOO «Porto-print», 2017. – 388 s.

10. Es'kov V.M., Galkin V.A., Filatova O.E. Konec opredelennosti: haos gomeostaticheskih sistem: monografiya / Pod red. A.A. Hadarceva, G. S. Rozenberga. Tula: izd-vo OOO «TPPO», 2017. – 596 s.

11. Es'kov V.M., Hadarcev A.A., Kozupica G.S., Shelim L.I. Tret'eya paradigma i deterministsko-stohasticheskaya nauka [The third paradigm and the deterministic stochastic science] // Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2017. – № 3. – S. 60-70. DOI: 10.12737/article_ 59df7 6db3a6b33.94271886

12. Es'kov V.M., Popov YU.M., Yakunin V.E. Konec opredelennosti v estestvozna-nii: haos i samoorganizaciya complexity [The end of definiteness in natural sciences: chaos and selforganization complexity] // Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2017. – № 1. – S. 64-74. DOI:10.12737/article_58ef6ef2f1dde7.21662 826

13. Es'kov V.M., Zinchenko YU.P., Filatova O.E. Priznaki paradigmy i obosnovanie tret'ej paradigmy v psihologii [Indications of paradigm and justification of the third paradigm in psychology] // Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 14: Psihologiya [Messenger Moscow university. Series 14: psychology]. – 2017. – № 1. – S. 3-17.

14. Zilov V.G., Hadarcev A.A., Ilyashenko L.K., Es'kov V.V., Minenko I.A. Eksperimental'nye issledovaniya haoticheskoj dinamiki biopotencialov myshc pri razlichnyh stat-

icheskih nagruzkah // Byulleten' ehksperimental'noj biologii i mediciny [Bulletin of experimental biology and medicine]. – 2018. – T. 165. – № 4. – S. 400-403.

15. Zinchenko Yu.P., Hadarcev A.A., Filatova O.E. Vvedenie v biofiziku gomeostaticheskih sistem (complexity) [Introduction to the biophysics of homeostatic systems (complexity)] // Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2016. – № 3. – S. 6-15. DOI: 10.12737/22107

16. Filatova O.E., Bazhenova A.E., Ilyashenko L.K., Gpigop'eva C.V. Ocenka parametrov tremorogramm s pozicii effekta Es'kova-Zinchenko [Estimation of the Parameters for Tremograms According to the Eskov–Zinchenko Effect Biophysics] // Biofizika [Biophysics]. – 2018. – T. 63. – № 2. – S. 358-364.

17. Yakunin V.E., Beloshchenko D.V., Afanevich K.A., Gorbunov D.V. Ocenka parametrov ehlektromiogramm v ramkah teorii haosa-samoorganizacii [Electromyograms assesment based on a theory of chaos - selforganization] // Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2017. – № 1. – S. 33-40. DOI: 10.12737/article_ 58ef6cb9774501. 10816350

18. 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.

19. 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.

20. Eskov V.M., Filatova O.E., Ivashenko V.P. Computer identification of compartmental neuron circuits // Measurement Techniques. – 1994. – Vol. 37. – No. 8. – Pp. 967-971.

21. Eskov V.M., Filatova O.E. Respiratory rhythm generation in rats: The importance of inhibition // Neurophysiology. – 1995. – Vol. 25. – No. 6. – Pp. 348-353.

22. Eskov V.M. Models of hierarchical respiratory neuron networks // Neurocomputing. – 1996. – Vol. 11. – No. (2-4). – Pp. 203-226.

23. Eskov V.M., Filatova O.E. A compartmental approach in modeling a neuronal network. Role of inhibitory and excitatory processes // Biofizika. – 1999. – Vol. 44. – No. 3. – Pp. 518-525.

24. 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.

25. Eskov V.M., Filatova O.E., Eskov V.V. and Gavrilenko T.V. The Evolution of the Idea of Homeostasis: Determinism, Sto-chastics and Chaos-Self-Organization // Bio-physics. – 2017. – Vol. 62. – No. 5. – Pp 809-820.

26. 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.

27. 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.

28. 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.

29. 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.

30. 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.

31. 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.

32. Mezentseva L.V., Pertsov S.S., Kopilov F.Yu., Lastovetsky A.G. Mathematical analysis of the stability of heart– rate dynam-

ics in postinfarction patients // Biophysics. – 2017. – Vol. 62. – No. 3. – Pp. 499-502.

33. 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. – No. 2. – Pp. 115-117.