

## МАТРИЦЫ ПАРНЫХ СРАВНЕНИЙ ВЫБОРОК В ОЦЕНКЕ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМ ТРЕТЬЕГО ТИПА - *COMPLEXITY*

Д.В. БЕЛОЩЕНКО, Д.В. ГОРБУНОВ, Ю.В. БАШКАТОВА, О.А. МОРОЗ

*БУ ВО ХМАО-Югры «Сургутский государственный университет», ул. Ленина, 1, Сургут, Россия, 628400, e-mail: d.beloshhenko@mail.ru*

**Аннотация.** В работе анализировались многократные измерения параметров  $x_i$  функциональных систем организма человека (на примере *треморграмм* (ТМГ) и *кардиоинтервалов* (КИ)) в спокойном состоянии. Для всех полученных выборок ТМГ и КИ был выполнен сравнительный статистический анализ и рассчитаны матрицы попарных сравнений выборок  $x_i$ . Показано, что стохастический подход, расчет статистических функций распределения  $f(x)$  получаемых подряд выборок ТМГ и КИ даже у одного испытуемого демонстрирует все-таки хаотическую динамику. Установлено, что выборки ТМГ и КИ редко можно отнести к одной генеральной совокупности. Расчет матриц парных сравнений выборок показал, что в 95% (для ТМГ) и 84% (для КИ) случаев эти пары выборок будут разными. Матрицы неповторимы и невоспроизводимы.

**Ключевые слова:** *тремор, кардиоинтервалы, эффект Еськова-Зинченко, хаос.*

## MATRIXES OF PAIRED-COMPARISON SAMPLES IN THE EVALUATION OF THIRD-TYPE-COMPLEXITY PARAMETERS

D.V. BELOSHCHENKO, D.V. GORBUNOV, YU.V. BASHKATOVA, O.A. MOROZ

*Surgut State University, Lenina pr., 1, Surgut, Russia, 628400, e-mail: d.beloshhenko@mail.ru*

**Abstract.** The article analyzed multiple measurements of the  $x_i$  parameters of the functional systems of the human body (using the example of *tremorograms* (TMG) and *cardiointervals* (CI)) in a calm state. For all received samples of TMG and CI, a comparative statistical analysis was performed and matrices of pairwise comparisons of samples  $x_i$  were calculated. It is shown that the stochastic approach, the calculation of the statistical distribution functions  $f(x)$  of successively obtained samples of TMG and CI, even for one test subject, still demonstrates chaotic dynamics. It is established that the samples of TMG and CI can rarely be attributed to one general population. The calculation of the matrix of paired comparisons of samples showed that in 95% (for TMG) and 84% (for CI) of cases, these pairs of samples will be different. Matrices are unique and irreproducible.

**Key words:** *tremor, cardiointervals, Eskov-Zinchenko effect, chaos.*

**Введение.** Изучение функционального состояния организма человека представляет особый интерес в рамках *теории хаоса-самоорганизации* (ТХС), что позволяет прогнозировать возможные изменения и получать важную информацию о текущей динамике исследуемых функций. Исследования показывают, что именно нарушения в *нервно-мышечной* (НМС) и *сердечно-сосудистой систем* (ССС) отражают наиболее ранние метаболические и гемодинамические сдвиги, являются фактором, предопределяющим характер изменений работоспособности и степень выраженности изменений в состоянии здоровья человека [1-4,7-9].

В рамках новой ТХС описаны изменения в НМС (*треморграмм* - ТМГ) и

ССС (*кардиоинтервалов* – КИ) при повторных экспериментах у группы испытуемых, находящихся в спокойном состоянии (без какой-либо нагрузки). Доказана принципиальная неоднородность выборок параметров ТМГ и КИ. Динамика оказалась более сложной и не изучалась в рамках *детерминистско-стохастической науки* – ДСН.

**Объект и методы исследования.** В настоящих исследованиях объектом для наблюдения являлся испытуемый – молодой юноша в возрасте 23-х лет, которые проживал на Севере более 20 лет. Обследование испытуемого производилось неинвазивными методами и соответствовало этическим нормам Хельсинской декларации (2000 г.).

Регистрацию параметров ССС испытуемого производили с помощью пульсоксиметра (ЭЛОКС-01 М, г. Самара). Запись пульсовой волны осуществляли специальным фотооптическим датчиком (в виде прищепки), который крепили на дистальную фалангу указательного пальца левой руки, в положении сидя. В течение 5 мин по 15 раз при помощи программы «ELOGRAPH» в режиме реального времени фиксировались файлы с одновременным построением гистограммы распределения длительности КИ [2,8,9].

Регистрация параметров тремора осуществлялась с помощью биофизического измерительного комплекса, разработанного в лаборатории биокибернетики и биофизики сложных систем при СурГУ. Сидя в комфортном положении испытуемому необходимо было удерживать указательный палец кисти верхней правой конечности в статическом положении над токовихревым датчиком на расстоянии 5 мм. В основе работы устройства регистрации ТМГ лежат токовихревые датчики с блоками усилителей, фильтров, которые подключаются к блоку *аналого-цифрового преобразователя* (АЦП) и позволяют прецизионно (до 0,01 мм) определять координату  $x=x(t)$  положения конечности с пластинкой в пространстве по отношению к регистратору (токовихревому датчику).

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 ТМГ и КИ. Устанавливалась закономерность изменения числа «совпадений» пар выборок  $k$ , получаемых параметров  $x_i(t)$  ТМГ и КИ у испытуемого. Систематизация материала и представленных результатов расчетов выполнялась с применением программного пакета электронных таблиц

*Microsoft Excel* и в рамках новых методов ТХС.

**Результаты исследования.** Сейчас мы отрицаем возможность повторений  $x(t)$  (о чем говорил Н.А. Бернштейн) отрицаем возможность описания в рамках ДСН таких *систем третьего типа* - СТТ (у нас это *гомеостатические системы* – ГС), как это пытался сказать W.Weaver [32], мы вводим понятие непрерывного изменения вероятностей  $P$  (точнее их статистических функций распределения  $f(x_i)$ ), как это говорил В.С. Степин, а мы говорим о ГС-СТТ, как об особых системах, уникальных (которые не описываются в рамках ДСН). Декларируя это все мы должны представить новые (особые) свойства ГС-СТТ предложить для них новые понятия, модели и системы их поведения, и в итоге предложить для них новую теорию (ТХС), как принципиально новую науку для описания любых СТТ-*complexity* (ГС) [7,11,13,20,30].

Именно это и было сделано за последние 25-30 лет, но все началось с изучения биомеханических объектов, конкретно ТМГ и теппинграмм (ТПГ). Именно для тремора (для одного испытуемого в неизменном гомеостазе) мы выполняли многократные повторения регистраций ТМГ (с помощью уникальной прецизионной биомеханической системы) и было доказано отсутствие повторений выборок ТМГ. Один и тот же человек не мог произвольно повторить два раза подряд одни и те же выборки ТМГ (в неизменном эксперименте).

Все происходит в режиме «повторений без повторений», как и предполагал Н.А. Бернштейн 71 год назад [10]. Сейчас эта гипотеза получила множественное доказательство именно в физиологии в виде *эффекта Еськова-Зинченко* (ЭЕЗ) [11,13,18-22,24,27-30,33-35]. Если мы будем регистрировать подряд у одного и того же испытуемого (в неизменном гомеостазе) выборки *треморозам* (ТМГ) и затем их попарно сравним, то легко получить типичную таблицу 1 (для ТМГ).

В этой табл. 1 можно видеть, что число  $k$  пар сравнения ТМГ (такие две выборки можно отнести к одной генеральной

совокупности) невелико ( $k_1=4$ ). Это означает, что каждая вновь полученная выборка ТМГ для одного (конкретного) испытуемого не может быть похожа (статистически) на предыдущую выборку

ТМГ. Все выборки непрерывно и хаотически изменяются, изменяются и их статистические функции  $f(x_i)$ , спектральные плотности сигнала (СПС), автокорреляции  $A(t)$  и т.д.

Таблица 1

**Матрица парных сравнений 15-ти выборок параметров ТМГ у испытуемого в спокойном состоянии с помощью непараметрического критерия Вилкоксона (Wilcoxon Signed Ranks Test) (число повторов  $N=15$ ), число совпадений  $k_1=4$**

	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	0.06	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	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		0.00	0.00	0.00	0.12	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	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	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	<b>0.12</b>	0.00	0.00	0.00		0.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<b>0.57</b>		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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.46	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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	<b>0.46</b>	0.00		0.00	0.00
14	<b>0.06</b>	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	

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

Подчеркнем, что ЭЭЗ из физиологии НМС (биомеханики) [4,12,21-24,27-29] нами сейчас распространен и на ССС [18,31,34], на *нейросети мозга* (НСМ) [3,5-7,14-16,26] и другие ФСО [33,35]. Это означает, что если мы будем у одного и того же испытуемого измерять значения КИ, то в неизменном гомеостазе ССС (для одного испытуемого) мы получим числа

$k_2 \leq 20\%$ . Иными словами, доля стохастики несколько поднялось (в сравнении с НМС, где  $k_1 \leq 5\%$ ), но хаос, статистических функций превалирует. Представим типичную картину для частоты сердечных сокращений в виде табл. 2 для КИ одного и того же испытуемого в неизменном состоянии.

Таблица 2

**Матрица парных сравнений 15-ти выборок параметров КИ у испытуемого в спокойном состоянии с помощью непараметрического критерия Вилкоксона (Wilcoxon Signed Ranks Test) (число повторов  $N=15$ ), число совпадений  $k_2=16$**

	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,00	0,00		0,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00
4	0,00	0,00	<b>0,70</b>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,57	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00		0,01	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,76	0,00	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01		0,07	0,29	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,29	0,01
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,07</b>		0,72	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,86	0,07
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,29</b>	<b>0,72</b>		0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	<b>0,24</b>	0,01	0,02		0,00	0,00	0,06	0,00	0,05	0,00
10	0,00	0,00	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,28	0,00	0,20	0,00	0,00
11	0,00	0,00	<b>0,14</b>	<b>0,57</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,28</b>		0,00	0,00	0,00	0,00
12	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,76</b>	0,00	0,00	0,00	<b>0,06</b>	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,20</b>	0,00	0,00		0,00	0,00
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,29</b>	<b>0,86</b>	<b>0,90</b>	<b>0,05</b>	0,00	0,00	0,00	0,00		0,01
15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	<b>0,07</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	

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

Очевидно, что мы имеем неоднородные выборки в неизменном гомеостазе как для НМС (см. табл. 1), так и для ССС (см. табл. 2). На фоне этих статистических изменений получить статистическое совпадение двух следующих выборок (т.е. что бы  $f_j(x_i)=f_{j+1}(x_i)$ ) имеет весьма низкую вероятность. Все непрерывно и хаотически изменяется и именно об этом (для живых систем – *complexity* с самоорганизацией) говорил В.С. Степин в своих публикациях в 80-х годах 20-го века. Если нет повторений, что составляет основу всей ДСН, всей философии науки, то возникает проблема описания таких хаотических систем ГС-СТТ- *complexity* [4,7,11,13,19,20,23].

Для этих целей в новой ТХС вводится понятие *квазиаттрактора* (КА) – область *фазового пространства состояний* (ФПС), внутри которого (КА) непрерывно и хаотически изменяются выборки ТМГ, КИ (и других параметров  $x_i$  ГС). Этот статистический хаос ограничен размерами КА, но сами объемы  $V_G$  для этих КА статистически (существенно) не изменяются. КА – это новое понятие ТХС и его нет в ДСН. Одновременно в ТХС введен аналог принципа неопределенности Гейзенберга (из квантовой механики). В этом случае любые фазовые переменные  $x_1=x_1(t)$  и  $x_2=dx_1/dt$ , т.е. скорость изменения  $x_1(t)$  образуют ФПС и объем КА в нем, внутри которого непрерывно и хаотически изменяются  $f(x_i)$ .

В целом, в ТХС имеется (даны определения) два типа неопределенностей: неопределенность 2-го типа (это хаос выборок  $x_i$ , их  $f(x_i)$ , СПС,  $A(t)$  внутри КА) и неопределенность 1-го типа. Для этого 1-го типа в ТХС вводится понятие относительности движения, когда в ДСН мы имеем неизменность (статическую) для СТТ их вектора состояния  $x(t)$ , а в ТХС мы имеем реальные изменения гомеостаза СТТ-ГС. В ТХС мы имеем инверсию понятий покоя и движения. То, что в ТХС является движением (эволюцией ГС в

ФПС), то в традиционной ДСН будет показано отсутствием каких-либо изменений.

Меняется (инвертируются) смысл покоя и движения в новой ТХС и это означает, что формируется принципиально новая область знаний в которой вводится новый принцип неопределенности (и понятие квазиаттрактора), формируются новые принципы относительности и новые понимания движения (эволюции) ГС-СТТ и их понятие. Все это создает новую науку и новую (третью) парадигму естествознания, в которой уже нет детерминистской (функциональный анализ) и стохастической (расчет статистических функций распределения  $f(x_i)$  выборок  $x_i$  их СПС,  $A(t)$  и т.д.) определенности и повторяемости. В ТХС мы работаем с КА, нейроэмуляторами [5-7,14-17,26] и эволюцией ГС в ФПС.

#### **Выводы:**

1. История изучения нестабильных систем началась с работ Н.А. Бернштейна, W.Weaver и В.С. Степина во 2-ой половине 20-го века. Однако понимание особенностей живых систем (ГС-СТТ) и до настоящего времени не достигнуто из-за рамок ДСН. Именно в ДСН мы требуем повторяемости выборок, но для ГС-СТТ это не наблюдается.

2. Живые системы (объект постнеклассики и ТХС) демонстрируют отсутствие статистической устойчивости выборок. Это легко показано на ТМГ, ТПГ, КИ, ЭЭГ, ЭМГ и многих других параметрах живых систем. Их матрицы парных сравнений выборок доказывают хаос СТТ-ГС (*complexity*). Это полностью отвергает возможности стохастики в изучении ГС-СТТ и выводит эти системы за пределы всей современной ДСН. Нужна другая наука (ТХС) и другая философия науки (основанная на постнеклассике и третьей парадигме).

**Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ мол\_а 18-37-00113**

#### **Литература**

1. Еськов В.В., Белощенко Д.В., Баженова А.Е., Живаева Н.В. Влияние локального холодого воздействия на

параметры электромиограмм у женщин // Экология человека. – 2018. – № 9. – С. 42-47.

2. Еськов В.М., Белощенко Д.В., Башкатова Ю.В., Иляшенко Л.К.

Параметры кардиоинтервалов испытуемых в условиях гипотермии // Экология человека. – 2018. – № 10. – С. 39-45.

3. Еськов В.М., Пятин В.Ф., Еськов В.В., Иляшенко Л.К. Эвристическая работа мозга и искусственные нейронные сети // Биофизика. – 2019. – Т. 64, № 2. – С. 388-395.

4. Зилов В.Г., Еськов В.В., Фудин Н.А. Экспериментальное обоснование иерархической организации хаоса в нервно-мышечной физиологии // Вестник новых медицинских технологий. – 2019. – Т. 26, № 1. – С. 133-136.

5. Зинченко Ю.П., Еськов В.М., Григорьева С.В., Майстренко В.И. Нейрокомпьютерные модели эвристической деятельности мозга человека // Вестник Московского университета. Серия 14: Психология. – 2018. – № 3. – С. 109-127.

6. Пятин В.Ф., Еськов В.В., Миллер А.В., Ермак О.А. Стохастика и хаос в нейросетях мозга // Клиническая медицина и фармакология. – 2018. – Т. 4, № 4. – С. 14-19.

7. Пятин В.Ф., Еськов В.В., Филатова О.Е., Башкатова Ю.В. Новые представления о гомеостазе и эволюции гомеостаза // Архив клинической и экспериментальной медицины. – 2019. – Т. 28, № 1. – С. 21-27.

8. Филатова Д.Ю., Башкатова Ю.В., Филатов М.А., Иляшенко Л.К. Анализ параметров деятельности сердечно-сосудистой системы у школьников в условиях широтных перемещений // Экология человека. – 2018. – № 4. – С. 30-35.

9. Шакирова Л.С., Филатова Д.Ю., Иляшенко Л.К., Башкатова Ю.В. Интегрально-временные и спектральные параметры сердечно-сосудистой системы детско-юношеского населения Ханты-Мансийского автономного округа - Югры в условиях широтных перемещений // Экология человека. – 2018. – № 11. – С. 32-46.

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

11. 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.

12. 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.

13. 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.

14. Eskov V.M. Hierarchical respiratory neuron networks // Modelling, Measurement and Control C. – 1995. – Vol. 48, No. (1-2). – Pp. 47-63.

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

16. Eskov V.M., Filatova O.E. Problem of identity of functional states in neuronal networks // Biophysics. – 2003. – Vol. 48, No. 3. – Pp. 497-505.

17. Eskov V.M., Eskov V.V., Filatova O.E., Khadartsev A.A., Sinenko D.V. Neurocomputational identification of order parameters in gerontology // Advances in Gerontology. – 2016. – Vol. 6, No. 1. – Pp. 24-28.

18. Eskov, V.M., Khadartsev, A.A., Eskov, V.V., Vokhmina, J.V. Chaotic dynamics of cardio intervals in three age groups of indigenous and nonindigenous populations of Ugra // Advances in Gerontology. – 2016. – Vol. 6, No. 3. – Pp. 191-197.

19. Eskov V.M., Eskov V.V., Vochmina J.V., Gavrilenko T.V. The evolution of the chaotic dynamics of collective modes as a method for the behavioral description of living systems // Moscow University Physics Bulletin. – 2016. – Vol. 71, No. 2. – Pp. 143-154.

20. 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.

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 [In Russian]. – 2017. – No. 3. – Pp. 38-42.

22. 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.

23. 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.

24. 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.

25. 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 [In Russian]. – 2017. – No. 8. – Pp. 15-20.

26. Filatova O.F., Eskov V.M., Popov Y.M. Computer identification of the optimum stimulus parameters in neurophysiology // International RNSN/IEEE Symposium on Neuroinformatics and Neurocomputers. – 1995. – Pp. 166-172.

27. 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.

28. Filatova O.E., Bazhenova A.E., Grigorieva S.V., Ilyashenko L.K. Estimation of the Parameters for Tremograms According to the Eskov–Zinchenko Effect // Biophysics. – 2018. – Vol. 63, No. 2. – Pp. 262-267.

29. 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.

30. 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.

31. 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.

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

33. 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. 163, No. 1. – Pp. 4-8.

34. 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.

35. 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.

## References

1. Es'kov V.V., Beloshchenko D.V., Bazhenova A.E., Zhivaeva N.V. Vliyanie lokal'nogo holodovogo vozdeystviya na parametry ehlektromiogramm u zhenshchin [The influence of local cold effects on electromyogram parameters in women] // Ekologiya cheloveka [Human Ecology]. – 2018. – № 9. – S. 42-47.

2. Es'kov V.M., Beloshchenko D.V., Bashkatova Yu.V., Ilyashenko L.K. Parametry kardiointervalov ispytuemykh v usloviyah gipotermii [Cardiointervals parameters of human body in response to hypothermia] // Ekologiya cheloveka [Human Ecology]. – 2018. – № 10. – S. 39-45.

3. Yes'kov V.M., Pyatin V.F., Yes'kov V.V., Ilyashenko L.K. Evristicheskaya rabota mozga i iskusstvennyye neyronnyye seti [Heuristic Work of the Brain and Artificial Neural Networks] // *Biofizika [Biophysics]*. – 2019. – Т. 64, № 2. – С. 388-395.
4. Zilov V.G., Yes'kov V.V., Fudin N.A. Eksperimental'noye obosnovaniye iyerarkhicheskoy organizatsii khaosa v nervno-myshechnoy fiziologii [Experimental justification of the chaos hierarchical organization in nervous-muscular physiology] // *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy [Journal of new medical technologies]*. – 2019. – Т. 26, № 1. – С. 133-136.
5. Zinchenko Yu.P., Yes'kov V.M., Grigor'yeva S.V., Maystrenko V.I. Neyrokomp'yuternyye modeli evristicheskoy deyatel'nosti mozga cheloveka [Neurocomputer models of the heuristic activity of the human brain] // *Vestnik moskovskogo universiteta. Seriya 14. Psikhologiya [Bulletin of Moscow University. Series 14. Psychology]*. – 2018. – № 3. – С. 109-127.
6. Pyatin V.F., Yes'kov V.V., Miller A.V., Yermak O.A. Stokhastika i khaos v neyrosetyakh mozga [Stochastics and chaos in the neural networks of the brain] // *Klinicheskaya meditsina i farmakologiya [Clinical medicine and pharmacology]*. – 2018. – Т. 4, № 4. – С. 14-19.
7. Pyatin V.F., Yes'kov V.V., Filatova O.Ye., Bashkatova Yu.V. Novyye predstavleniya o gomeostaze i evolyutsii gomeostaza [New presentation of human homeostasis and evolution] // *Arkhiv klinicheskoy i eksperimental'noy meditsiny [Archive of clinical and experimental medicine]*. – 2019. – Т. 28, № 1. – С. 21-27.
8. Filatova D.Yu., Bashkatova Yu.V., Filatov M.A., Ilyashenko L.K. Analiz parametrov deyatel'nosti serdechno-sosudistoy sistemy u shkol'nikov v usloviyah shirotnykh peremeshchenij [Parameter evaluation of cardiovascular system in schoolchildren under the conditions of latitudinal displacement] // *Ekologiya cheloveka [Human ecology]*. – 2018. – № 4. – С. 30-35.
9. Shakirova L.S., Filatova D.Yu., Ilyashenko L.K., Bashkatova Yu.V. Integral'no-vremennyye i spektral'nyye parametry serdechno-sosudistoy sistemy detsko-yunosheskogo naseleniya Khanty-Mansiyskogo avtonomnogo okruga - Yugry v usloviyakh shirotnykh peremeshcheniy [Integrally-temporal and spectral parameters of cardiovascular system of pre-adolescent population of Khanty-Mansi autonomous okrug - Ugra under the conditions of latitudinal displacements] // *Ekologiya cheloveka [Human ecology]*. – 2018. – № 11. – С. 32-46.
10. Bernstein N.A. The coordination and regulation of movements // Oxford, UK: Pergamon Press. – 1967. – 196 p.
11. 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.
12. 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.
13. 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.
14. Eskov V.M. Hierarchical respiratory neuron networks // *Modelling, Measurement and Control C*. – 1995. – Vol. 48, No. (1-2). – Pp. 47-63.
15. Eskov V.M., Filatova O.E. Respiratory rhythm generation in rats: The importance of inhibition // *Neurophysiology*. – 1995. – Vol. 25, No. 6. – Pp. 348-353.
16. Eskov V.M., Filatova O.E. Problem of identity of functional states in neuronal networks // *Biophysics*. – 2003. – Vol. 48, No. 3. – Pp. 497-505.
17. Eskov V.M., Eskov V.V., Filatova O.E., Khadartsev A.A., Sinenko D.V. Neurocomputational identification of order parameters in gerontology // *Advances in Gerontology*. – 2016. – Vol. 6, No. 1. – Pp. 24-28.
18. Eskov, V.M., Khadartsev, A.A., Eskov, V.V., Vokhmina, J.V. Chaotic dynamics of cardio intervals in three age groups of indigenous and nonindigenous populations of

Ugra // *Advances in Gerontology*. – 2016. – Vol. 6, No. 3. – Pp. 191-197.

19. Eskov V.M., Eskov V.V., Vochmina J.V., Gavrilenko T.V. The evolution of the chaotic dynamics of collective modes as a method for the behavioral description of living systems // *Moscow University Physics Bulletin*. – 2016. – Vol. 71, No. 2. – Pp. 143-154.

20. 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.

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. 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.

23. 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.

24. 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.

25. 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.

26. Filatova O.F., Eskov V.M., Popov Y.M. Computer identification of the optimum stimulus parameters in neurophysiology // *Intrnational RNNS/IEEE Symposium on Neuroinformatics and Neurocomputers*. – 1995. – Pp. 166-172.

27. 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.

28. Filatova O.E., Bazhenova A.E., Grigorieva S.V., Ilyashenko L.K. Estimation of the Parameters for Tremograms According to the Eskov–Zinchenko Effect // *Biophysics*. – 2018. – Vol. 63, No. 2. – Pp. 262-267.

29. 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.

30. 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.

31. 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.

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

33. 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. 163, No. 1. – Pp. 4-8.

34. 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.

35. 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.