

10.12737/article_5c220203ced225.80237922

ИЗМЕНЕНИЕ КВАЗИАТТРАКТОРОВ ТРЕМОРОГРАММ ИСПЫТУЕМЫХ В УСЛОВИЯХ ГИПОТЕРМИИ

Д.К. БЕРЕСТИН

БУ ВО «Сургутский государственный университет», ул. Ленина, 1, Сургут, Россия, 628400, e-mail: bdk0720@gmail.com

Аннотация. В представленной работе рассматривается влияние локального холодового воздействия на параметры нервно – мышечной системы отдельного человека (треморogramмы). Показано применение метода многомерных фазовых пространств, который обеспечивает расчет количественной меры для оценки хаотической динамики на примере работы нервно-мышечной системы. При изучении и моделировании сложных биологических объектов (*complexity*) возникает возможность внедрения традиционных физических методов в биологические исследования и новых методов на базе теории хаоса- самоорганизации. В конечном итоге анализ состояния биомеханической системы производился на основе сравнения площадей S_G квазиаттрактора. Показано изменение площадей квазиаттракторов S_G при холодовом стрессе. Были построены фазовые плоскости для всех 15-ти выборок (N) из 15-ти серий (n) экспериментов каждого испытуемого до и после локального холодового воздействия. Для КА были рассчитаны площади S , которые находились как произведение двух вариационных размахов фазовых координат Δx_1 и Δx_2 , т.е. $S = \Delta x_1 * \Delta x_2$. В результате было установлено, что площади S квазиаттрактора выборок треморограмм изменяются однонаправленно в сторону увеличения S в зависимости от степени физической подготовленности. Такая динамика наблюдается у всех испытуемых, которые не имеют адаптации к холодовому стрессу, но она индивидуальна.

Ключевые слова: *холодовый стресс, треморограмма, квазиаттрактор, эффект Еськова-Зинченко.*

THE CHANGE IN THE QUASI-ATTRACTOR OF TREMOROGRAMM SUBJECTS UNDER HIPOTERMIA

D.K. BERESTIN

Surgut State University, Lenina pr., 1, Surgut, Russia, 628400, e-mail: bdk0720@gmail.com

Abstract. In the present work it was treated a local cold exposure effects of the parameters of the neuromuscular system of one (every) person (tremorogram). It was shows the application of the method of multidimensional phase spaces, which is a quantitative measure of assess chaotic dynamics on the example of the neuromuscular system. We study and modeling of complex biological objects (*complexity*), as the possibility arises of the integration of traditional physical techniques in biological research and new methods based on the theory of chaos- self-organization. Ultimately, the analysis of the state of the biomechanical system made on the basis of comparison of the volume V_G of quasiattractor. It was showed the changing of the volume of quasi-attractor V_G during cold stress. We built the phase plane for all 15 samples of experiments for each subject before and after local cold exposure. The KA was calculated by the area S , which were the product of two variation ranges of the phase coordinates Δx_1 and Δx_2 , i.e. $S = \Delta x_1 * \Delta x_2$. In the result, it was found that the area S of quasiattractor samples tremorogramm directional change in the direction of increasing S , depending on the degree of physical fitness, such dynamics is observed in all subjects which do not have adaptation to cold stress, but it is individual.

Key words: *cold stress, tremorogram, quasiattractor, Eskov-Zinchenko effect.*

Введение. Охлаждение организма возникает вследствие длительного воздействия низкой температуры окружающей среды на все тело. Оно может даже привести к смерти. В условиях продолжительного действия холода одежда перестает выполнять роль защитного приспособления, а механизмы терморегуляции организма не в состоянии обеспечить нормальную температуру тела

[2-6]. Неблагоприятное действие низкой температуры усиливается при повышенной влажности воздуха и ветре. Истощение организма, состояние голода, опьянения, сон, шок, кровопотеря, заболевания и повреждения, а также неподвижное состояние тела способствуют общему охлаждению [15-20]. Оно быстрее развивается у детей и стариков. Имеют значение и индивидуальные особенности.

На действие низкой температуры организм вначале отвечает защитными реакциями, стараясь сохранить температуру тела. Максимально снижается теплоотдача: поверхностные сосуды сокращаются, кожа становится бледной. Увеличивается теплообразование: вследствие рефлекторного сокращения мышц человек начинает дрожать, усиливается обмен веществ в тканях, в процессе которого организм расходует свои запасы, в частности гликоген и сахар. Содержание последних в печени и крови резко снижается [3-7]. При продолжающемся действии холода компенсаторные возможности организма (теплорегуляция) иссякают, и температура тела снижается, что ведет к нарушению нормальной деятельности важнейших органов и систем, в первую очередь центральной нервной системы. Кровеносные сосуды кожи расширяются, она становится синюшной. Мышечная дрожь прекращается. Дыхание и пульс резко замедляются, артериальное давление падает [8-13]. Понижается обмен веществ. Наступает кислородное голодание тканей из-за снижения их способности поглощать кислород крови. Цвет крови становится ярко-алым. Нервная система находится в состоянии угнетения, что ведет к почти полной потере чувствительности [10-13]. Слабее воспринимаются раздражения, поступающие из внешней среды, в частности притупляется чувство холода.

Объект и методы исследования. К данному исследованию была привлечена группа испытуемых мужчин в возрасте от 21 до 27 лет, число испытуемых 18 человек. Использовался тремограф для регистрации *треморোগрам* (ТМГ), который содержит токовихревые датчики с блоками усилителей, фильтры, которые подключаются к блоку аналого-цифрового преобразователя и позволяют прецизионно (до 0,01 мм) определять координату $x=x(t)$ положения конечности с пластинкой в пространстве по отношению к регистратору (токовихревому датчику). Датчики токовихревого типа в биофизическом измерительном комплексе обеспечивают высокую точность регистрируемых ТМГ.

Регистрация ТМГ происходила с периодом квантования $\Delta\tau=10$ мсек. В результате были получены некоторые выборки $x_i=x_i(t)$, которые представляли положение пальца с металлической пластинкой (2) в пространстве (рис. 1) по отношению к датчику (1). Регистрация координаты x_i (положение пальца в пространстве) выполнялись в виде выборок ТМГ x_i , далее сигнал $x_i(t)$ дифференцировался и получался вектор $x(t)=(x_1, x_2)^T$. В целом, установка включала в себя токовихревой датчик, усилители сигнала, АЦП и ЭВМ, которая кодировала и сохраняла информацию в виде отдельных файлов.

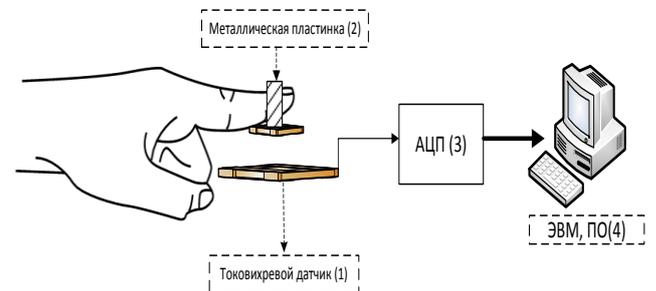


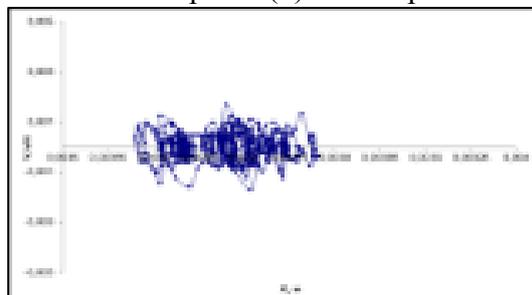
Рис. 1. Схема биоизмерительного комплекса регистрации тремора и теппинга

Для каждого испытуемого регистрировалась параметры ТМГ до и после локального холодого воздействия. В итоге получалось 15-ть различных выборок в двух различных состояниях. Испытуемый погружал кисть в емкость с водой с температурой $T \approx 2-4$ °С, после чего производилась регистрация ТМГ после локального холодого воздействия. С помощью ЭВМ производилась визуализация данных, полученных с биоизмерительного комплекса, затем строилась временная развертка сигнала, которая преобразовывалась дискретизацией сигнала в некоторые числовые ряды (выборки ТМГ).

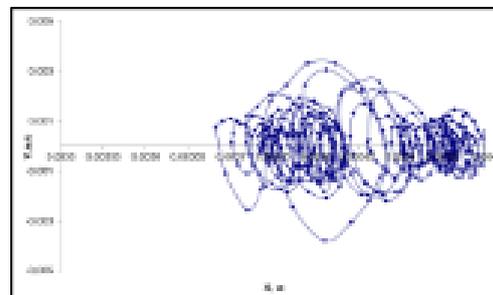
На основе параметров x_1 и x_2 полученного вектора $x(t)=(x_1, x_2)^T$ строились *квазиаттракторы* (КА) динамики поведения $x(t)$ и определялись площади полученных КА S_G по формуле $S_G^{max} \geq \Delta x_1 * \Delta x_2 \geq S_G^{min}$, где Δx_1 - вариационный размах величины ТМГ, а Δx_2 - размах изменений для $x_2(t)$, скорости изменения ТМГ. В конечном итоге анализ

состояния нервно-мышечной системы проводился на основе сравнения площади КА в виде S .

Результаты исследования и их обсуждение. Нами были построены фазовые плоскости для всех 15-ти выборок (N) из 15-ти серий (n) экспериментов



A



B

Рис. 2. Результаты обработки данных, полученных при регистрации треморограмм; испытуемый Б.А.Н. как типичный пример всей группы: *A* – фазовая траектория КА до локального холодового воздействия с площадью $S_{1до} = 0,69 \times 10^{-6}$ у.е.; *B* – фазовая траектория КА после локального холодового воздействия с площадью $S_{2после} = 2,29 \times 10^{-6}$ у.е.

Расчет значения площадей S для КА для одного испытуемого (как типичный пример изменения S КА для всей группы) при 15-ти повторях эксперимента, до и после локального холодового воздействия показал существенные статистические различия между выборками 15-ти S КА до локального холодового воздействия и после воздействия [1-5].

Эти данные свидетельствуют о том, что в после локального холодового воздействия у испытуемого Б.А.Н. происходит увеличение площади КА в 2,16 раза. Таким образом, площадь S для КА выборок ТМГ изменяются однонаправленно в сторону увеличения S в зависимости от степени физической подготовленности. В целом, такая динамика наблюдается у всех испытуемых, которые не имеют адаптации к холодовому стрессу [7-11]. Однако она индивидуальна и ее расчет в рамках стохастики весьма затруднителен. Более того, вся *теория хаоса – самоорганизации* (ТХС) разрабатывается сейчас для индивидуальной медицины, когда каждый пациент имеет свои параметры в норме и при патологии.

Одновременно с расчетом площадей КА мы применили и метод расчета матриц парного сравнения выборок треморограмм, которые получают у одного и того же

каждого испытуемого до и после локального холодового воздействия. Для КА были рассчитаны площади S , которые находились как произведение двух вариационных размахов фазовых координат Δx_1 и Δx_2 , т.е. $S = \Delta x_1 * \Delta x_2$ [17-25].

испытуемого (находящегося в неизменном гомеостазе) в режиме многократных повторений ($n=15$). Для каждого испытуемого строились две матрицы (до и после воздействия стресс-агента) по 15 измерений (выборок) в каждой, в результате для одной матрицы получалось 105 независимых пар сравнения. Среди полученных 105-и пар сравнения, находились пары, которые при сравнении по критерию Вилкоксона имели уровень значимости (p) больше 0,05 т.е. $p > 0,05$ [27-30]. Это означает, что такую пару ТМГ можно отнести к одной генеральной совокупности (эти две выборки статистически совпадают, они одинаковые с позиции – стохастики).

В целом, при использовании непараметрического парного сравнения с помощью критерия Вилкоксона для каждого испытуемого были получены таблицы, в которых представлены результаты расчета матриц (15×15) парного сравнения треморограмм $N=15$, $n=15$. Динамика произвольных микродвижений конечностей (тремора пальцев рук), как реакция на стресс-агент (в нашем случае, локальное гипотермическое воздействие), проявлялась в изменении числа совпадений пар выборок (k), которые можно отнести к одной генеральной совокупности [31-34].

Для наглядного представления мы приводим два характерных примера (табл. 1 и табл. 2), в которых $k_1=3$ для испытуемого БДК (спокойное состояние табл. 1) и $k_2=9$ после стресс-воздействия (табл. 2). Новая методика расчета матрицы парных сравнений выборок позволяет оценить влияние локального холодого

воздействия на ФСО, но эта оценка сильно варьирует, и она требует многократных повторов экспериментов. В наших наблюдениях для каждого испытуемого мы производим 15 серий исследований по 15 повторов измерений ТМГ в каждой серии. Это требует огромного времени и весьма трудоемких вычислений.

Таблица 1

Матрица парных сравнений 15-ти выборок треморограмм испытуемого Б.Д.К. до локального холодого воздействия (число пар совпадений $k_1=3$)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,87	,00	,00	,00	,00
2	,00		,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,15	,00	,00	,00	,00	,00
3	,00	,00		,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00
4	,00	,00	,00		,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00
5	,00	,00	,00	,00		,00	,00	,00	,00	,00	,00	0,03	,00	,00	,00
6	,00	,00	,00	,00	,00		,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00
7	,00	,00	,00	,00	,00	,00		,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00
8	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00		,00	,00	,00	,00	,00	,00	0,01
9	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00		,00	,00	,00	,00	,00	,00
10	,00	,15	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00		,00	,00	,00	,00	,00
11	,87	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00		,00	,00	,00	,00
12	,00	,00	,00	,00	0,03	,00	,00	,00	,00	,00	,00		,00	,00	,00
13	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00		,05	,00
14	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,05	
15	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	0,01	,00	,00	,00	,00	,00	,00	

Таблица 2

Матрица парных сравнений 15-ти выборок треморограмм испытуемого Б.Д.К. после холодого воздействия (число пар совпадений $k_2=9$)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,31	,00	,75	,00	,00	,00	,63
2	,00		,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00
3	,00	,00		,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00
4	,00	,00	,00		,64	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00
5	,00	,00	,00	,64		,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00
6	,00	,00	,00	,00	,00		,00	,00	,00	,00	,00	,00	,22	,00	,00
7	,00	,00	,00	,00	,00	,00		,83	0,01	,00	,00	,00	,00	,38	,00
8	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,83		,00	,00	,00	,00	,00	0,01	0,01
9	,31	,00	,00	,00	,00	,00	0,01	,00		,00	,17	,00	,00	,00	0,01
10	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00		,00	,00	,00	,00	,00
11	,75	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,17	,00		,00	,00	,00	,69
12	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00		,00	,00	,00
13	,00	,00	,00	,00	,00	,22	,00	,00	,00	,00	,00	,00		,00	,00
14	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,38	0,01	,00	,00	,00	,00	,00		,00
15	,63	,00	,00	,00	,00	,00	,00	0,01	0,01	,00	,69	,00	,00	,00	

Которые связаны с расчетом всех 225 выборок ТМГ ($N \times n = 15 \times 15 = 225$) для

каждого испытуемого. В результате таких расчетов мы получаем выборки уже самих

чисел k (пар совпадений выборок ТМГ). Очевидно, что любое число k_i из серии $N=15$ не может нам представлять среднее значение k для данного испытуемого и поэтому одна серия не может представлять общие результаты измерений.

Заключение

Локальное холодное воздействие изменяет значения параметров площадей S КА ТМГ. Об этом свидетельствуют статистические значимые изменения площадей КА. Качественно изменение можно увидеть на изменении геометрии и конфигурации квазиаттракторов на фазовой плоскости. Количественные характеристики КА показывают однонаправленное увеличение площадей S КА для группы испытуемых при локальном охлаждении, которые не имеют адаптации к холодному стрессу.

Литература

1. Белощенко Д.В., Баженова А.Е., Щипицин К.П., Королев Ю.Ю. Эффект Еськова-Зинченко в организации произвольных движений человека в режиме повторения // Вестник новых медицинских технологий. – 2017. – Т. 24. – № 1. – С. 29-35.
2. Еськов В.В. Проблема статистической неустойчивости в биомеханике и в биофизике в целом // Вестник новых медицинских технологий. – 2018. – Т. 25. – № 2. – С. 166-175.
3. Еськов В.В., Белощенко Д.В., Баженова А.Е., Живаева Н.В. Влияние локального холодного воздействия на параметры электромиограмм у женщин // Экология человека. – 2018. – № 9. – С. 42-47.
4. Еськов В.В., Пятин В.Ф., Ключ Л.Г., Миллер А.В. Гомеостатичность нейросетей мозга // Вестник новых медицинских технологий. – 2018. – Т. 25. – № 1. – С. 102-113.
5. Еськов В.М., Зинченко Ю.П., Филатов М.А., Иляшенко Л.К. Теорема Гленсдорфа – Пригожина в описании хаотической динамики тремора при холодном стрессе // Экология человека. – 2017. – № 5. – С. 27-32.
6. 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.
7. Еськов В.М., Зинченко Ю.П., Филатова О.Е., Еськов В.В. Гипотеза Н.А. Бернштейна и реальный хаос гомеостатических систем в психологии // Вестник Московского университета. Серия 14: Психология. – 2017. – № 3. – С. 22-38.
8. Еськов В.М., Хадарцев А.А., 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., Белощенко Д.В., Башкатова Ю.В., Иляшенко Л.К. Параметры кардиоинтервалов испытуемых в условиях гипотермии // Экология человека. – 2018. – № 10. – С. 39-45.
10. Зинченко Ю.П., Филатов М.А., Колосова А.И., Макеева С.В. Сравнительный стохастический и хаотический анализ параметров внимания учащихся в аспекте их работоспособности // Вестник Московского университета. Серия 14. Психология. – 2017. – № 4. – С. 21-33.
11. Мирошниченко И.В., Баженова А.Е., Белощенко Д.В., Потетюрин Е.С. Эффект Еськова-Зинченко в условиях локального холодного воздействия // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2017. – № 2. – С. 13-17.
12. Прохоров С.В., Якунин В.Е., Белощенко Д.В., Башкатова Ю.В. Неопределенность параметров кардиоинтервалов испытуемого в условиях физической нагрузки // Вестник новых медицинских технологий. – 2018. – Т. 25. – № 2. – С. 176-187.
13. Пятин В.Ф., Еськов В.В., Алиев Н.Ш., Воробьева Л.А. Хаос параметров гомеостаза функциональных систем организма человека // Вестник новых медицинских технологий. – 2018. – Т. 25. – № 1. – С. 143-153.

14. Филатова Д.Ю., Эльман К.А., Срыбник М.А., Глазова О.А. Сравнительный анализ хаотической динамики параметров кардиореспираторной системы детско-юношеского населения Югры // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2017. – № 1. – С. 12-18.
15. 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.
16. Хадарцев А.А., Еськов В.М. Внутренние болезни с позиции теории хаоса и самоорганизации систем (научный обзор) // Терапевт. – 2017. – № 5-6. – С. 5-12.
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. Es'kov V.M., Filatova O.E. Respiratory rhythm generation in rats: the importance of inhibition // Neurophysiology. – 1993. – Vol. 25. – No. 6. – Pp. 348-353.
19. Eskov V.M. Models of hierarchical respiratory neuron networks // Neurocomputing. – 1996. – Vol. 11. – No. 2-4. – Pp. 203-226.
20. Eskov V.M., Bazhenova A.E., Vochmina U.V., Filatov M.A., Ilyashenko L.K. N.A. Bernstein hypothesis in the Description of chaotic dynamics of involuntary movements of person // Russian Journal of Biomechanics. – 2017. – Vol. 21. – No. 1. – Pp. 14-23.
21. 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.
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., 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.
25. 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.
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.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.
28. 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.
29. 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.
30. Filatova O.E., Bazhenova A.E., Ilyashenko L.K., Grigorieva S.V. Estimation of the Parameters for Tremograms According to the Eskov–Zinchenko Effect Biophysics // Biophysics. – 2018. – Vol. 63. – No. 2. – Pp. 125–130.
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. 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.

33. Zilov V.G., Eskov V.M., Khadartsev A.A., Eskov V.V. Experimental Verification of the Bernstein Effect “Repetition without Repetition” // Bulletin of Experimental Biology and Medicine. – 2017. – No. 1. – Pp. 1-5.

References

1. Beloshchenko D.V., Bazhenova A.E., Shchipicin K.P., Korolev Yu.Yu. Ehffekt Es'kova-Zinchenko v organizacii neproizvol'nyh dvizhenij cheloveka v rezhime povtoreniya [Eskov-Zinchenko effect: human involuntary movements organization during repetitions] // Vestnik novyh medicinskih tekhnologij [Journal of new medical technologies]. – 2017. – T. 24. – № 1. – S. 29-35.

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

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

4. Es'kov V.V., Pyatin V.F., Klyus L.G., Miller A.V. Gomeostaticnost' nejrosetej mozga [Homeostasis of brain neural network] // Vestnik novyh medicinskih tekhnologij [Journal of new medical technologies]. – 2018. – T. 25. – № 1. – S. 102-113.

5. Es'kov V.M., Zinchenko Yu.P., Filatov M.A., Ilyashenko L.K. Teorema Glensdorfa - Prigozhina v opisanih haoticheskoj dinamiki tremora pri holodovom stresse [Glansdorff-Prigogine theorem in the description of tremor chaotic dynamics in cold stress] // Ehkologiya

cheloveka [Human Ecology]. – 2017. – № 5. – S. 27-32.

6. 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 [Moscow University Psychology bulletin]. – 2017. – № 1. – S. 3-17.

7. Yes'kov V.M., Zinchenko YU.P., Filatova O.Ye., Yes'kov V.V. Gipoteza N.A. Bernshteyna i real'nyy khaos gomeostaticeskikh sistem v psihologii [Hypothesis N.A. Bernstein and the real chaos of homeostatic systems in psychology] // Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 14: Psihologiya [Moscow University Psychology bulletin]. – 2017. – № 3. – S. 22-38.

8. Es'kov V.M., Filatova O.E., Poluhin V.V. Problema vybora abstrakcij pri primenenii biofiziki v medicine [Problem of a choice of abstractions: application the biophysics in medicine] // Vestnik novyh medicinskih tekhnologij [Journal of new medical technologies]. – 2017. – T. 24. – № 1. – S. 158-167.

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

10. Zinchenko Yu.P., Filatov M.A., Kolosova A.I., Makeeva S.V. Sravnitel'nyj stohasticheskiy i haoticheskiy analiz parametrov vnimaniya uchashchihsya v aspekte ih rabotosposobnosti [Comparative stochastic and chaotic analysis of student's parameters attention between Surgut and Samara region] // Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 14. Psihologiya. [Messenger Moscow university. Series 14: psychology]. – 2017. – № 4. – S. 21-33.

11. Miroshnichenko I.V., Bazhenova A.Ye., Beloshchenko D.V., Potetyurina Ye.S. Effekt Yes'kova-Zinchenko v usloviyakh lokal'nogo kholodovogo vozdeystviya [Eskova-Zinchenko effect in conditions of local cold exposure] // Slozhnost'. Razum.

Postneklassika. [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2017. – № 2. – S. 13-17.

12. Prohorov S.V., Yakunin V.E., Beloshchenko D.V., Bashkatova Yu.V. Neopredelennost' parametrov kardiointervalov ispytuemogo v usloviyah fizicheskoy nagruzki [Uncertainty of cardiointervals parameters of the test subject under conditions of physical load] // Vestnik novyh medicinskih tekhnologij [Journal of new medical technologies]. – 2018. – T. 25. – № 2. – S. 176-187.

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

14. Filatova D.Yu., El'man K.A., Srybnik M.A., Glazova O.A. Sravnitel'nyy analiz haoticheskoy dinamiki parametrov kardio-respiratornoy sistemy detsko-yunosheskogo naseleniya Yugry [Comparative analysis of the chaotic dynamics of cardio-respiratory parameters of the children's population of Ugra] // Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2017. – № 1. – S. 12-18.

15. Filatova O.E., Majstrenko E.V., Boltaev A.V., Gazya G.V. Vliyaniye promyshlennykh ehlektromagnitnykh polej na dinamiku serdechno-sosudistykh sistem rabotnic neftegazovogo kompleksa [The influence of industrial electromagnetic fields on cardio-respiratory systems dynamics of oil-gas industry complex female workers] // Ekologiya i promyshlennost' Rossii [Ecology and Industry of Russia]. – 2017. – T. 21. – № 7. – S. 46-51.

16. Hadarcev A.A., Es'kov V.M. Vnutrennie bolezni s pozicii teorii haosa i samoorganizacii sistem (nauchnyj 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.

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. Es'kov V.M., Filatova O.E. Respiratory rhythm generation in rats: the importance of inhibition // Neurophysiology. – 1993. – Vol. 25. – No. 6. – Pp. 348-353.

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

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

21. 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.

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., 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.

25. 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.

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.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.

28. 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.

29. 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.

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

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. 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.

33. Zilov V.G., Eskov V.M., Khadartsev A.A., Eskov V.V. Experimental Verification of the Bernstein Effect “Repetition without Repetition” // *Bulletin of Experimental Biology and Medicine*. – 2017. – No. 1. – Pp. 1-5.