

ИЗМЕНЕНИЕ КВАЗИАТТРАКТОРОВ ТРЕМОРОГРАММ ИСПЫТУЕМЫХ
ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ХОЛОДОВОГО СТРЕССА

Д.К. БЕРЕСТИН, О.А.ГЛАЗОВА, К.Р. КАМАЛТДИНОВА, Б.Р. ГИМАДИЕВ

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

Аннотация. В представленной работе рассматривается влияние локального холодового воздействия на параметры нервно – мышечной системы отдельного человека (треморограммы). 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. $S = \Delta x_1 \times \Delta x_2$. 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
WHEN EXPOSED TO COLD STRESS

D.K. BERESTIN, O.A. GLAZOVA, K.R. KAMALTDINOVA, B.R. GIMADIEV

Surgut State University, Lenina str., 1, Surgut, 628403, Russia, 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 (tremorogramm). 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, tremorogramm, 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. 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. Оно быстрее развивается у детей и стариков. Имеют значение и индивидуальные особенности [5-9].

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 [12-19]. 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 [8-13, 17]. Кровеносные сосуды кожи расширяются, она становится синюшной. Мышечная дрожь прекращается. Дыхание и пульс резко замедляются, артериальное давление падает. 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. Слабее воспринимаются раздражения, поступающие из внешней среды, в частности чувство холода [1-6].

Объекты и методы исследования. К данному исследованию была привлечена группа испытуемых мужчин в возрасте от 21 до 27 лет, число испытуемых 18 человек. В основе работы устройства регистрации *треморграмм* (ТМГ) лежат токовихревые датчики с блоками усилителей, фильтров, 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). Использовались датчики токовихревого типа в биофизическом измерительном комплексе. Регистрация ТМГ происходила с периодом квантования $\Delta t=10$ мсек, где в результате были получены некоторые выборки $x_j=x_j(t)$, которые представляли положение пальца с металлической пластинкой (2) в пространстве (рис. 1) по отношению к датчику (1) регистрации координаты x_i (положение пальца в пространстве) в виде выборок ТМГ x_i . Далее сигнал $x_i(t)$ дифференцировался и получался вектор $x(t)=(x_1, x_2)^T$. Вся установка включала в себя токовихревой датчик, усилители сигнала, АЦП и ЭВМ, которая кодировала и сохраняла информацию в виде отдельных файлов [13, 17-24].

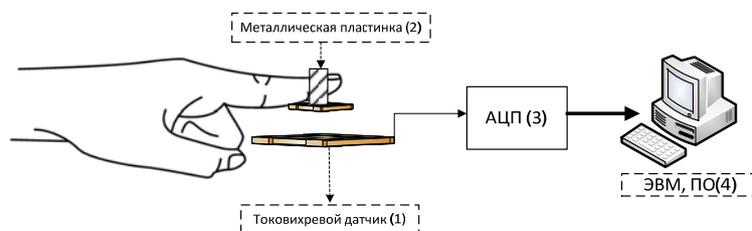


Рис.1. Схема биоизмерительного комплекса регистрации тремора и теппинга

Для каждого испытуемого регистрировались параметры ТМГ до и после локального холодого воздействия т.о. получалась 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) [14, 15, 20-24].

На основе полученного вектора $x(t)=(x_1, x_2)^T$ строились *квазиаттракторы* (КА) динамики поведения $x(t)$ и определялись площади полученных KAS_G по формуле $S_G^{max} \geq \Delta x_1 \times \Delta x_2 \geq S_G^{min}$, где Δx_1 - вариационный размах величины ТМГ, а Δx_2 - размах изменений для $x_2(t)$ скорости изменения ТМГ [19-23]. В конечном итоге анализ состояния нервно-мышечной системы проводился на основе сравнения площади КА в виде S (рис. 2).

Результаты и их обсуждение. Нами были построены фазовые плоскости для всех 15-ти выборок (N) из 15-ти серий (n) экспериментов каждого испытуемого до и после локального холодого воздействия. Для КА были рассчитаны площади S , которые находились как произведение двух вариационных размахов фазовых координат Δx_1 и Δx_2 , т.е. $S = \Delta x_1 \times \Delta x_2$ [3-9].

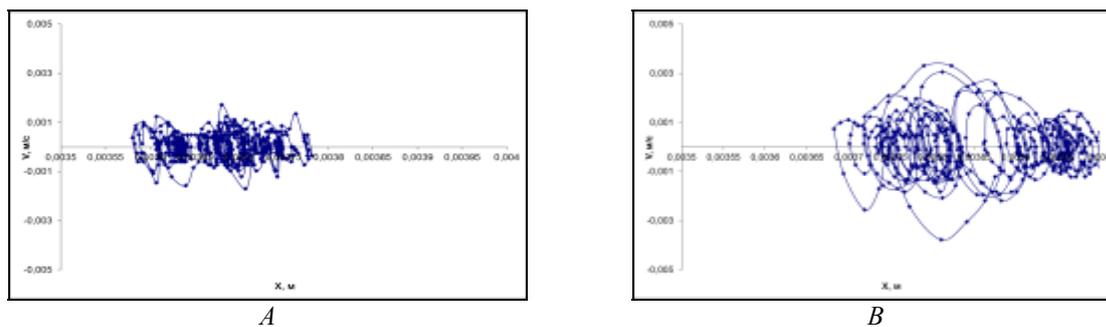


Рис.2. Результаты обработки данных, полученных при регистрации треморограмм; испытуемый БАН как типичный пример всей группы: *A* – фазовая траектория КА до локального холодого воздействия с площадью $S_{Iдо} = 0,69 \times 10^{-6}$ у.е.; *B* – фазовая траектория КА после локального холодого воздействия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

Расчет значения площадей S для КА для одного испытуемого (как типичный пример изменения S КА для всей группы) при 15-ти повторах эксперимента, до и после локального холодого воздействия показал существенные статистические различия между выборками 15-ти SKA до локального холодого воздействия и после воздействия. Для примера на рис. 3 мы представляем диаграмму средних значений S_1 (до охлаждения) и S_2 (после локального холодого воздействия).

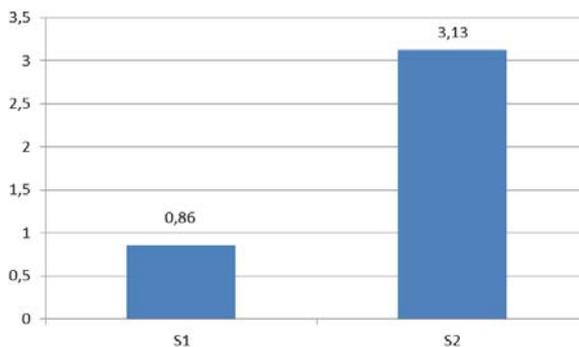


Рис.3. Диаграмма изменения площадей КА S испытуемого БАН при локальном холодого охлаждении S_1 (до охлаждения) и S_2 (после локального холодого воздействия)

При этом вектор $x(t) = (x_1, x_2)^T$ совершал непрерывные хаотические движения в пределах этих КА (их S). Анализ всех полученных значений S представляет схожую картину в виде данных испытуемого БАН (как типового). Значения S выборок ТМГ испытуемого БАН для одной из серий эксперимента (до локального холодого воздействия) находятся в диапазоне от $0,1 \times 10^{-6}$ до $3,05 \times 10^{-6}$ у.е. и от $0,21 \times 10^{-6}$ до $6,35 \times 10^{-6}$ после локального холодого воздействия. Уже в первом приближении S для КА демонстрировали различия значений до и после локального холодого воздействия. При расчете среднего значения площадей $\langle S \rangle$ и стандартного отклонения (σ, \pm), были получены следующие данные: среднее значение площади КА $\langle S_1 \rangle$ до холодого воздействия равна: $\langle S_1 \rangle = 0,86 \times 10^{-6} \pm 0,84 \times 10^{-6}$ у.е.; $\langle S_2 \rangle$ в условиях после локального холодого воздействия равна: $\langle S_2 \rangle = 3,13 \times 10^{-6} \pm 1,67 \times 10^{-6}$ у.е. Эти данные свидетельствуют о том, что в после локального холодого воздействия у испытуемого БАН происходит увеличение площади КА в 3,64 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 холодому стрессу. Однако она индивидуальна и ее расчет в рамках стохастики весьма затруднителен. Более того, вся теория хаоса – самоорганизации разрабатывается сейчас для индивидуальной медицины, когда каждый пациент имеет свои параметры в норме и при патологии [1-9].

Выводы. Локальное холодое воздействие изменяет значения параметров площадей SKATMG, о чем свидетельствуют статистические значимые изменения площадей КА. Качественно изменение можно увидеть на изменении геометрии и конфигурации КА на фазовой плоскости. Количественные характеристики КА показывают однонаправленное увеличение площадей S КА для группы испытуемых при локальном охлаждении, которые не имеют адаптации к холодому стрессу.

Литература

1. Башкатова Ю.В., Белощенко Д.В., Мирошниченко И.В., Воробьева Л.А. Проблема статистической неустойчивости кардиоинтервалов в получаемых подряд выборках неизменного гомеостаза в условиях Севера РФ // Вестник новых медицинских технологий. 2017. Т. 24, № 1. С. 36–42.
2. Белощенко Д.В., Якунин В.Е., Потетюрин Е.С., Королев Ю.Ю. Оценка параметров электромиограмм у женщин при разном статическом усилии в режиме повторения // Клиническая медицина и фармакология. 2017. Т. 3, № 1. С. 26–31.
3. Буданов В.В., Журавлева О.А., Шелим Л.И., Монастырецкая О.А. Теория хаоса-самоорганизации в описании гомеостаза // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2017. № 2. С. 42–48.
4. Гавриленко Т.В., Горбунов Д.В., Чертищев А.А., Валиева Е.В. Статистическая устойчивость параметров энтропии для треморограмм и теппинграмм с позиции термодинамики неравновесных систем // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2017. № 1. С. 97–103.
5. 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. 75–86.
6. Галкин В.А., Попов Ю.М., Берестин Д.К., Монастырецкая О.А. Статика и кинематика гомеостатических систем – complexity // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2017. № 2. С. 63–69.
7. Еськов В.В. Термодинамика неравновесных систем I.R. Prigogine и энтропийный подход в физике живых систем // Вестник новых медицинских технологий. 2017. Т. 24, № 2. С. 7–15.
8. Еськов В.В. Компарментно-кластерный подход в решении оптимизационных задач в теории эпидемии // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2017. № 2. С. 55–62.
9. Еськов В.М., Филатова О.Е., Полухин В.В. Проблема выбора абстракций при применении биофизики в медицине // Вестник новых медицинских технологий. 2017. Т. 24, № 1. С. 158–167.
10. 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.
11. Еськов В.М., Зинченко Ю.П., Филатов М.А., Иляшенко Л.К. Теорема Гленсдорфа – Пригожина в описании хаотической динамики тремора при холодовом стрессе // Экология человека. 2017. №5. С. 27–32.
12. Зилов В.Г., Хадарцев А.А., Еськов В.В., Еськов В.М. Экспериментальные исследования статистической устойчивости выборок кардиоинтервалов // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. 2017. Т. 164, № 8. С. 136–139.
13. Мирошниченко И.В., Баженова А.Е., Белощенко Д.В., Потетюрин Е.С. Эффект Еськова-Зинченко в условиях локального холодового воздействия // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2017. № 2. С. 13–17.
14. Хадарцев А.А., Еськов В.М., Еськов В.В., Филатова О.Е., Фрактальные закономерности развития человека и человечества на базе смены трёх парадигм // Вестник новых медицинских технологий. 2010. № 4. С. 192–194.
15. Хадарцев А.А., Еськов В.М., Каменев Л.И. Новые биоинформационные подходы в развитии медицины с позиций третьей парадигмы (персоналифицированная медицина – реализация законов третьей парадигмы в медицине) // Вестник новых медицинских технологий. 2012. № 3. С. 25–28.
16. Морозов В.Н., Хадарцев А.А., Ветрова Ю.В., Гуськова О.В. Неспецифические (синтоксические и кататоксические) механизмы адаптации к длительному воздействию холодового раздражителя // Вестник новых медицинских технологий. 2000. Т. 7, № 3–4. С. 100–105.
17. Широков В.А., Томчук А.Г., Роговский Д.А. Стохастический и хаотический анализ вертебро-неврологических показателей пациентов при остеохондрозе позвоночника в условиях севера // Клиническая медицина и фармакология. 2017. Т. 3, № 1. С. 34–38.
18. 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.
19. Betelin V.B., Eskov V.M., Galkin V.A. Gavrilenko T.V. Stochastic Volatility in the Dynamics of Complex Homeostatic Systems // Doklady Mathematics. 2017. Vol. 95, №1. P. 92–94.
20. Eskov V.M., Eskov V.V., Gavrilenko T.V. Vochmina Yu.V. Formalization of the Effect of “Repetition without Repetition” discovered by N.A. Bernshtein // Biophysics. 2017. Vol. 62, №1. P. 143–150.
21. 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, №3. P. 309–317.
22. 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, №1. P. 14–23.
23. 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. №3. P. 38–42.

24. 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. № 1. P. 1–5.

References

1. Bashkatova YV, Beloshchenko DV, Miroshnichenko IV, Vorob'eva LA. Problema statisticheskoy neustoychivosti kardiointervalov v poluchaemykh podryad vyborkakh neizmennoy gomeostaza v usloviyakh Severa RF [The problem of statistical instability of cardiointervals in consecutive samples of unchanged homeostasis in conditions of the North of Russia]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2017;24(1):36-42. Russian.
2. Beloshchenko DV, Yakunin VE Potetyurina ES, Korolev YYu. Otsenka parametrov elektromiogramma u zhenshchin pri raznom staticheskom usilii v rezhime povtoreniya [Evaluation of the parameters of electro-myograms in women under different static stress in the repetition mode]. Klinicheskaya meditsina i farmakologiya. 2017;3(1):26-31. Russian.
3. Budanov VV, Zhuravleva OA, Shelim LI, Monastyretskaya OA. Teoriya khaosa-samoorganizatsii v opisaniy gomeostaza [The theory of chaos-self-organization in the description of homeostasis]. Slozhnost'. Razum. Postneklassika. 2017;2:42-8. Russian.
4. Gavrilenko TV, Gorbunov DV, Chertishchev AA, Valieva EV. Statisticheskaya ustoychivost' parametrov entropii dlya tremorogram i teppingram s pozitsii termodinamiki neravnovesnykh sistem [Statistical stability of entropy parameters for tremorograms and thermograms from the positions of thermodynamics of nonequilibrium systems]. Slozhnost'. Razum. Postneklassika. 2017;1:97-103. Russian.
5. Galkin VA, Filatova OE, Zhuravleva OA, Shelim LI. Novaya nauka i novoe ponimanie gomeostaticheskikh sistem [New science and a new understanding of homeostatic systems]. Slozhnost'. Razum. Postneklassika. 2017;1:75-86. Russian.
6. Galkin VA, Popov YM, Berestin DK, Monastyretskaya OA. Statika i kinematika gomeo-staticheskikh sistem – complexity [Statics and kinematics of homeostatic systems - complexites]. Slozhnost'. Razum. Postneklassika. 2017;2:63-9. Russian.
7. Es'kov VV. Termodinamika neravnovesnykh sistem I.R. Prigogine i entropiynnyy podkhod v fizike zhivykh sistem [Thermodynamics of nonequilibrium systems Prigogine and the entropy approach in the physics of living systems]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2017;24(2):7-15. Russian.
8. Es'kov VV. Kompartmentno-klasternyy podkhod v reshenii optimizatsionnykh zadach v teorii epidemii [The cluster-cluster approach in solving optimization problems in the theory of the epidemic]. Slozhnost'. Razum. Postneklassika. 2017;2:55-62. Russian.
9. Es'kov VM, Filatova OE, Polukhin VV. Problema vybora abstraktsiy pri primenenii biofiziki v meditsine [The problem of choice of abstraction in the application of biophysics in medicine]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2017;24(1):158-67. Russian.
10. Es'kov VM, Popov YM, Yakunin VE. Konets opredelennosti v estestvoznanii: kaos i samoorganizatsiya complexity [End of certainty in natural science: chaos and self-organization of complexites]. Slozhnost'. Razum. Postneklassika. 2017;1:64-74. Russian.
11. Es'kov VM, Zinchenko YP, Filatov MA, Ilyashenko LK. Teorema Glensdorfa – Pri-gozhina v opisaniy khaoticheskoy dinamiki tremora pri kholodovom stresse [The Glensdorf-Prigozhin theorem in the description of the chaotic dynamics of a tremor in cold stress]. Ekologiya cheloveka. 2017;5:27-32. Russian.
12. Zilov VG, Khadartsev AA, Es'kov VV, Es'kov VM. Eksperimental'nye issledovaniya statisticheskoy ustoychivosti vyborok kardiointervalov [Experimental studies of the statistical stability of samples of cardiointervals]. Byulleten' eksperimental'noy biologii i meditsiny. 2017;164(8):136-9. Russian.
13. Miroshnichenko IV, Bazhenova AE, Beloshchenko DV, Potetyurina ES. Effekt Es'kova-Zinchenko v usloviyakh lokal'nogo kholodovogo vozdeystviya [The effect of Eskova-Zinchenko in conditions of local cold exposure]. Slozhnost'. Razum. Postneklassika. 2017;2:13-7. Russian.
14. Khadartsev AA, Es'kov VM, Es'kov VV, Filatova OE. Fraktal'nye zakonomernosti razvitiya cheloveka i chelovechestva na baze smeny trekh paradigm [Fractal patterns of development of man and mankind on the basis of the change of the three paradigms]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2010;4:192-4. Russian.
15. Khadartsev AA, Es'kov VM, Kamenev LI. Novye bioinformatsionnye podkhody v razvitiy meditsiny s pozitsiy tret'ey paradigm [New bioinformational approaches in the development of medicine from the position of the third paradigm] (personifitsirovannaya meditsina – realizatsiya zakonov tret'ey paradigm v meditsine). Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2012;3:25-8. Russian.
16. Morozov VN, Khadartsev AA, Vetrova YV, Gus'kova OV. Nespetsificheskie (sintoksicheskie i katatoksicheskie) mekhanizmy adaptatsii k dlitel'nomu vozdeystviyu kholodovogo razdrzhitelya [Nonspecific (synthoxic and katatoxic) mechanisms of adaptation to the long-term effects of the cold stimulus]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2000;7(3–4):100-5. Russian.
17. Shirokov VA, Tomchuk AG, Rogovskiy DA. Stokhasticheskiy i khaoticheskiy analiz vertebro-nevrologicheskikh pokazateley patsientov pri osteokhondroze pozvonochnika v usloviyakh severa [Stochastic and chaotic analysis of vertebro-neurological parameters of patients with osteochondrosis of the spine in conditions of the north]. Klinicheskaya meditsina i farmakologiya. 2017;3(1):34-8. Russian.

18. Yakunin VE, Beloshchenko DV, Afanovich KA, Gorbunov DV. Otsenka parametrov elektromiogram v ramkakh teorii khaosa-samoorganizatsii [Evaluation of parameters of electromyograms within the framework of the theory of chaos-self-organization]. Slozhnost'. Razum. Postneklassika. 2017;1:33-40. Russian.

19. Betelin VB, Eskov VM, Galkin VA, Gavrilenko TV. Stochastic Volatility in the Dynamics of Complex Homeostatic Systems. Doklady Mathematics. 2017;95(1):92-4.

20. Eskov VM, Eskov VV, Gavrilenko TV, Vochmina YV. Formalization of the Effect of “Repetition without Repetition” discovered by N.A. Bernshtein. Biophysics. 2017;62(1):143-50.

21. Eskov VM, Eskov VV, Vochmina YV, Gorbunov DV, Ilyashenko LK. Shannon entropy in the research on stationary regimes and the evolution of complexity. Moscow University Physics Bulletin. 2017;72(3):309-17.

22. Eskov VM, Bazhenova AE, Vochmina UV, Filatov MA, Ilyashenko LK. N.A. Bernstein hypothesis in the description of chaotic dynamics of involuntary movements of person. Russian Journal of Biomechanics. 2017;21(1):14-23.

23. Eskov VM, Gudkov AB, Bazhenova AE, Kozupitsa GS. The tremor parameters of female with different physical training in the Russian North. Human Ecology. 2017;3:38-42.

24. Zilov VG, Eskov VM, Khadartsev AA, Eskov VV. Experimental Verification of the Bernstein Effect “Repetition without Repetition”. Bulletin of Experimental Biology and Medicine. 2017;1:1-5.

Библиографическая ссылка:

Берестин Д.К., Глазова О.А., Камалтдинова К.Р., Гимадиев Б.Р. Изменение квазиаттракторов треморограмм испытуемых при воздействии холодового стресса // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2017. №3. Публикация 1-6. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2017-3/1-6.pdf> (дата обращения: 19.09.2017). DOI: 10.12737/article_59c4b40a7a8642.40010321.