

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  $\Delta x_1$  и  $\Delta x_2$ , 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  $\Delta x_1$  and  $\Delta x_2$ , 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.

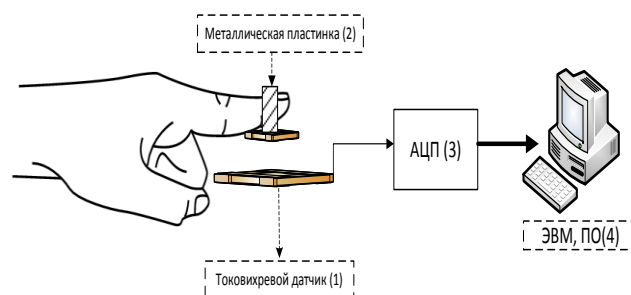


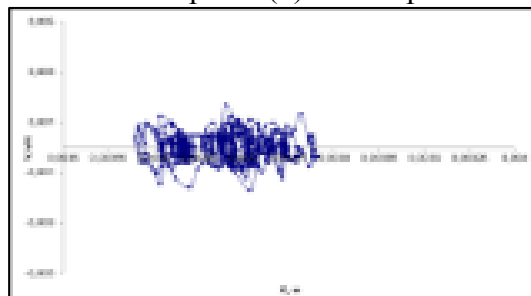
Рис. 1. Схема биоизмерительного комплекса регистрации тремора и теппинга

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  $\Delta x_1$  - вариационный размах величины ТМГ, а  $\Delta x_2$  - размах изменений для  $x_2(t)$ , скорости изменения ТМГ. В конечном итоге анализ

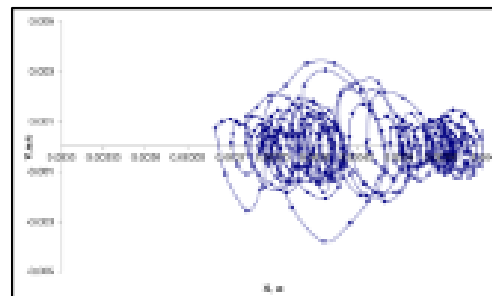
состояния нервно-мышечной системы проводился на основе сравнения площади КА в виде  $S$ .

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



A

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



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 холодного воздействия с площадью  $S_{1до} = 0,69 \times 10^{-6}$  у.е.; *B* – фазовая траектория КА после локального холодного 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 холодного воздействия показал существенные статистические различия между выборками 15-ти  $S$  КА до локального холодного воздействия и после воздействия [1-5].

Эти данные свидетельствуют о том, что в после локального холодного 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 холодному 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

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 ( $15 \times 15$ ) 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	,05		,00
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., Есков 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. Ehfekt 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. Vliyanie promyshlennyh ehlektromagnitnyh 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.