

DOI: 10.12737/article_5a1c029cbef6d9.89882621

ОЦЕНКА БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ СЕРДЦА У ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ КОРЕННОГО НАСЕЛЕНИЯ ХАНТЫ МЕТОДАМИ ТЕОРИИ ХАОСА- САМООРГАНИЗАЦИИ

О.Е. ФИЛАТОВА¹, Л.В. МЕЗЕНЦЕВА², Г.В. ГАЗЯ¹, А.А. СОКОЛОВА¹¹БУ ВО «Сургутский государственный университет», Сургут, пр. Ленина, д. 1, г. Сургут, Россия, 628400, e-mail: filatovamail@mail.ru²НИИ нормальной физиологии им. П.К. Анохина, РАМН, ул. Моховая, 11, стр. 4, Москва, Россия, 125009

Аннотация. Проблема адаптации пришлого населения Югры связана с изучением параметров кардиореспираторной системы ханты – аборигенов округа. В этой связи выполнен системный анализ данных биоэлектрической активности сердца коренного населения - ханты. В сравнительном аспекте исследованы параметры квазиаттракторов в одиннадцатимерном фазовом пространстве состояний ($m=11$). Показаны различия в объемах квазиаттракторов для женщин и мужчин ханты. Так, у женщин, объем V_x больше почти в 2 раза, чем у мужского населения в условиях проживания Югры.

Ключевые слова: биоэлектрическая активность, сердце, ханты, квазиаттракторы, эффект Еськова-Зинченко.

CHAOS AND SELF-ORGANIZATION THEORY METHODS IN ASSESSMENT OF HEART BIOELECTRICAL ACTIVITY OF KHANTY INDIGENOUS POPULATION

O.E. FILATOVA¹, L.V. MEZENTSEVA², G.V. GAZYA¹, A.A. SOKOLOVA¹¹Surgut State University, Lenina pr., 1, Surgut, Russia, 628400, e-mail: filatovamail@mail.ru²Anokhin Research Institute of Normal Physiology, Russian Academy of Medical Sciences, ul. Mokhovaya 11, korpus 4, Moscow, Russia, 125009

Abstract. The problem of adaptation of non indigenous population of Yugra is connected with the study of cardiorespiratory system parameters of Khanty – indigenous population of the district. In this regard, a system analysis of heart bioelectrical activity of indigenous population – Khanty has been applied. The parameters of quasi-tractors in eleven-dimensional phase space of states ($m = 11$) have been studied in comparative aspect. Differences in the volumes of quasiattractors for Khanty women and men has been showed. So in women, the volume of V_x is almost 2 times higher than that of the male population in conditions of Yugra.

Key words: bioelectrical activity, heart, Khanty, quasiattractors, Eskov-Zinchenko effect.

Введение. Освоение нефтяных территорий, развитие нефтегазодобывающего комплекса севера РФ привело к нарушению традиционного уклада жизни и как следствие, к развитию целого ряда заболеваний и патологий среди представителей малочисленных народов Севера – ханты [10-16]. При этом ханты вполне могут быть референтной группой для изучения параметров кардио-респираторной системы (КРС)

Центральным звеном, определяющим функциональное состояние организма человека на севере, является сердце. Наиболее доступным, объективным и информативным методом изучения биоэлектрической активности сердца – является метод электрокардиографии. Электрокардиогра-

фические исследования, проведенные у взрослого населения ханты, позволяют выявить основные закономерности развития биоэлектрической активности миокарда коренного населения.

Состояние здоровья не может рассматриваться без учета процессов адаптации к окружающей среде, так как последние направлены на выработку оптимальной стратегии живой системы, обеспечивающей ее гомеостаз [1]. С позиций системного подхода количественной мерой здоровья выступает способность организма к адаптации: чем выше его адаптационные возможности, тем выше должен быть уровень здоровья, и наоборот [1,2]. Тенденция сокращения численности народа

ханты приводит к необходимости регулярного мониторинга состояния их *сердечно-сосудистой системы* (ССС), являющегося одним из главных индикаторов качества работы *функциональных систем организма* (ФСО) человека.

Целью нашего исследования являлось выполнение системного анализа данных биоэлектрической активности сердца у представителей коренного населения ханты.

Объект и методы исследования. В марте 2010 года проведен мониторинг в с.п. Русскинские на базе МУЗ «Русскинская Амбулатория» в рамках регулярного выездного медицинского осмотра. Всего обследовано 92 человека обоего пола коренной национальности ханты в возрасте от 18 до 55 лет. Обследуемые поделены на 2 группы (46 – женщин и 46 – мужчин).

Кардиоэлектрографическое (ЭКГ) обследование проводилось с помощью компьютерного скрининг-анализатора «КардиоВизор – Обс». Он предназначен для выявления наличия ранних отклонений от нормальных значений, которые могут предшествовать патологии. В основу прибора «КардиоВизор – Обс» положен новый метод анализа ЭКГ-сигнала – метод *дисперсионного картирования* ЭКГ (ДК ЭКГ). Результатом компьютерной обработки ЭКГ-сигнала является карта дисперсионных изменений миокарда, формируемая в виде так называемого *портрета сердца*. В дополнение к визуальному портрету сердца система формирует автоматическое заключение, которое включает текстовую скрининг-оценку и интегральные индикаторы: «Миокард», «Ритм», «Пульс». Чем больше значение индикатора — тем больше отклонение от нормы. Индикатор «*Миокард*» является главным маркером клинической интерпретации скрининг-заключения: 0% – идеальная биоэлектрическая активность сердца; менее 15% – не выявлено значимых отклонений; 15% ... 19% - пограничное состояние, целесообразен контроль динамики; 20% ... 27% – вероятно патология, если это отклонение выявлено впервые - необходим контроль динамики и обязательное обследование; более 27% – патология или

выраженная патология. Аналогично, показатель «Ритм» = 100% соответствует максимально выраженным изменениям характеристик *вариабельности R-R* интервалов, свойственным выраженным аритмиям или сильному стрессу [5-11]. Для анализа полученных данных использовались следующие расчетные параметры «КардиоВизор – Обс»: *миокард (Mi, %)*; *ритм (PR, %)*; *пульс (Ra)*; *интервал времени возбуждения от предсердия к желудочку (P-Q, мсек.)*; *распространение электрических процессов в миокарде (QT, с.)*; *возбуждение предсердий (P, мсек.)*; *возбуждение желудочка (QRS, мсек.)*; *(QRS, град.)*; *(T, град.)*; *(P, град.)*.

Полученные данные обрабатывались с использованием двух математических подходов. Методом классической статистики (в подсчетах результатов использовался критерий Стьюдента с доверительной вероятностью $\beta=0,95$) с расчетом значений до доверительного интервала [3-9,17-26].

Второй подход – (с применением методов *теории хаоса и самоорганизации* (ТХС), позволяет дать обоснование и критерии оценки различий между стохастической и хаотической динамиками поведения параметров СССР человека при различных состояниях (путем расчета объема квазиаттрактора V , его геометрического центра x_c в фазовом пространстве) на ЭВМ с помощью специальной программы [16-29]. Нами рассчитывались координаты x_{ci} этого центра, расстояние R_x между точкой центра стохастического (координаты x_s) и хаотического центра (координаты x_c). Чем больше расстояние между хаотическим (геометрическим) и среднестатистическим (стохастическим) центрами в фазовом m -мерном пространстве, тем ярче выражена мера хаотичности в динамике поведения вектора состояния человека [3-11,12,14].

После идентификации объема *квазиаттрактора* (КА) движения *вектора состояния организма человека* (ВСОЧ) в фазовом пространстве для двух кластеров (для группы мужчин и женщин), осуществлялось поэтапное (поочередного) исключение из расчета отдельных компонент вектора состояния биологических динамических систем с одновременным анализом пара-

метров квазиаттракторов и сравнением существенных или несущественных изменений в этих параметрах после такого исключения [11,14,16,19-25].

Результаты и обсуждение. Анализ статистических показателей *биоэлектрической активности сердца* (БЭАС) показал: средние значения ритма (Ra , %) как у мужчин, так и у женщин практически одинаковы и находятся в пределах нормы (24,43 % у мужчин и 26,89 % у женщин). Показатель миокард (Mi ,%) составил 15,74 % у мужчин и 16,20 % у женщин, что свидетельствует о пограничном состоянии организма коренного населения в данные период года. Также не существенные, но достаточно значимые отличия регистрируются у показателя зубца P , который отражает возбуждение предсердий. У мужчин он равен 112,65 мсек., что на 6 единиц выше такового у женщин 106,43 мсек. В то же время показатель нормы зубца $P=100$. Таким образом, необходимо отметить, что даже незначительные нарушения проводимости возбуждения предсердий свидетельствуют о напряженности в малом круге кровообращения и раннем развитии артериальной гипертензии. В данном случае большая предрасположенность к ранним нарушениям в сердечнососудистой системе прослеживается у мужчин. Это утверждение также подтверждается с помощью методов теории хаоса и синергетики [5,9,11,14,22,26-29].

При анализе данных, представленных в табл. 1 можно видеть: общий объем параллелепипеда, ограничивающий квазиаттрактор вектора состояния организма женщин и мужчин ханты различается почти вдвое. Одновременно, общий показатель асимметрии (R_x) несколько выше у мужчин ханты, чем у женщин (49,12 усл. ед. и 41,61 усл. ед.). Такое количественное различие говорит о том, что работа ФСО мужчин происходит в более хаотическом режиме, но объемы КА свидетельствуют об определенном направлении в работе КРС.

Таблица 1

Результаты обработки данных КА коренного населения ханты для группы

мужчин и группы женщин (V_x – объем квазиаттрактора, R_x – расстояния между статистическим и геометрическим центрами)

Мужчины ханты	Женщины ханты
Количество измерений $N=46$	
Размерность фазового пространства = 11	
$R_x = 49,12$ $V_x = 2,76 \times 10^{20}$	$R_x = 41,61$ $V_x = 4,94 \times 10^{20}$

Заключение

Установлено, что КА движения вектора состояния ССС в 11-мерном фазовом пространстве для женщин и мужчин ханты занимают разные области в фазовом пространстве (кроме того, что они имеют разные объемы). Расстояние между центрами двух КА $Z_0=24,75$ усл. ед. Более значительным признаком, влияющим на величину расстояния Z между центрами КА, является признак QT ($Z_5 = 15,28$ усл.ед.), который характеризует общую продолжительность систолы (сокращения) желудочков. В норме интервал QT составляет 390-450 мс. Данное исследование показало: у мужчин ханты происходит значительное укорочение интервала QT (357,50 мс), что может свидетельствовать о гиперкальциемии. Уменьшение объема V_x КА свидетельствует об определенном напряжении ССС.

Литература

1. Агаджанян Н.А. Человек в условиях Севера / Н.А. Агаджанян, П.Г. Петрова. – М.: КРУК, 1996. – 208 с.
2. Баевский Р.М., Кириллов О.И., Клецкин С.З. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе. – М.: Наука, 1984. – 220 с.
3. 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.
4. Еськов В.В. Математическое моделирование неэргодичных гомеостатических систем // Вестник новых медицинских технологий. – 2017. – Т. 24. – № 3. – С. 33-39.

5. Еськов В.В. Хаотическая динамика систем третьего типа – complexity // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2017. №3. Публикация 1-3. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2017-3/1-3.pdf> (дата обращения: 18.09.2017).
6. 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.
7. Еськов В.М., Зинченко Ю.П., Филатов М.А., Иляшенко Л.К. Теорема Гленддорфа - Пригожина в описании хаотической динамики тремора при холодовом стрессе // Экология человека. – 2017. – № 5. – С. 27-32.
8. Еськов В.М., Томчук А.Г., Широков В.А., Ураева Я.И. Стохастический и хаотический анализ вертебрoneврологических показателей и визуальной аналоговой шкалы боли в комплексном лечении хронических мышечно-скелетных болей // Клиническая медицина и фармакология. – 2017. – Т. №3. – С. 8-
9. Еськов В.М., Зинченко Ю.П., Журавлева О.А., Филатова О.Е. Три глобальные парадигмы естествознания и обоснование третьей парадигмы в психологии и медицине // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. – 2017. – Т. 11. – № 1. – С. 45-54.
10. Живогляд Р.Н., Манонов А.М., Ураева Я.И., Головачева Е.А. Использование апитерапии при сосудистых заболеваниях и болезнях позвоночника в условиях Севера РФ // Клиническая медицина и фармакология. – 2017. – Т. 3. – №3. – С. 2-7.
11. 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.
12. Зинченко Ю.П., Хадарцев А.А., Филатова О.Е. Введение в биофизику гомеостатических систем (complexity) // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2016. – № 3. – С. 6-15.
13. Колосова А.И., Филатов М.А., Майстренко Е.В., Филатова Д.Ю., Макеева С.В. Параметры памяти учащихся, в зависимости от типа латерализации головного мозга, как показатель здоровья на Севере РФ // Клиническая медицина и фармакология. – 2017. – Т. 3. – №3. – С. 19-23.
14. Мезенцева Л.В., Перцов С.С., Копылов Ф.Ю., Ластовецкий А.Г. Математический анализ устойчивости кардиодинамики у постинфарктных больных // Биофизика. – 2017. – Т. 62. – № 3. – С. 614-617.
15. Филатова О.Е., Майстренко Е.В., Болтаев А.В., Газя Г.В. Влияние промышленных электромагнитных полей на динамику сердечно-сосудистых систем работников 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. Эльман К.А., Срыбник М.А., Прасолова А.А., Волохова М.А. Сравнительный анализ функциональных систем организма коренного детско-юношеского населения в условиях Севера // Клиническая медицина и фармакология. – 2017. – Т. 3. – №3. – С. 14-18.
18. Якунин В.Е., Белощенко Д.В., Камалтдинова К.Р., Потетюрин Е.С. Хаотическая оценка параметров электромиограмм у мужчин при разном статическом усилии // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2017. №3. Публикация 1-4. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2017-3/1-4.pdf> (дата обращения: 18.09.2017).
19. 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.
20. 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.

21. 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.

22. 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.

23. 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.

24. 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.

25. 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.

26. 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.

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. – P. 224-232.

28. 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.

29. 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. 1. – Pp. 4-8.

Reference

1. Agadzhanyan N.A. Chelovek v usloviyakh Severa / N.A. Agadzhanyan, P.G. Petrova. – M.: KRUK, 1996. – 208 s.

2. Baevskii R.M., Kirillov O.I., Kletskin S.Z. Matematicheskii analiz izmenenii serdechnogo ritma pri stresse. – M.: Nauka, 1984. – 220 s.

3. Eskov V.V. Termodinamika neravnovesnykh sistem I.R. Prigogine i entropiinyi podkhod v fizike zhivykh sistem [Thermodynamics of nonequilibrium systems I.R. Prigogine and entropy approach in the physics of living systems] // *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii*. – 2017. – T. 24. – № 2. – S. 7–15.

4. Eskov V.V. Matematicheskoe modelirovanie neergodichnykh gomeostaticeskikh system [Mathematical modeling of nonergodic homeostatic systems] // *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii*. – 2017. – T. 24. – № 3. – S. 33-39.

5. Eskov V.V. Khaoticheskaya dinamika sistem tret'ego tipa – complexity [Chaotic dynamics of systems of the third type - complexity] // *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii. Elektronnoe izdanie*. 2017. № 3. Publikatsiya 1-3. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2017-3/1-3.pdf> (data obrashcheniya: 18.09.2017).

6. Eskov V.M., Filatova O.E., Polukhin V.V. Problema vybora abstraktsii pri primeneni biofiziki v meditsine [Problem of a choice of abstractions: application the biophysics in medicine] // *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii*. – 2017. – T. 24. – № 1. – S. 158-167.

7. Eskov V.M., Zinchenko Yu.P., Filatov M.A., Ilyashenko L.K. Teorema Glensdorfa - Prigozhina v opisani khaoticheskoi dinamiki tremora pri kholodovom stresse [Glansdorff-prigogine theorem in the description of tremor chaotic dynamics in cold stress] // *Ekologiya cheloveka*. – 2017. – № 5. – S. 27-32.

8. Eskov V.M., Tomchuk A.G., Shirokov V.A., Uraeva Ya.I. Stokhasticheskii i khaoticheskii analiz vertebronevrologicheskikh pokazatelei i vizual'noi analogovoi shkaly boli v kompleksnom lechenii khronicheskikh

myshechno-skeletnykh bolei [Stochastic and chaotic analysis of vertebroneurological indicators and visual analogue scale of pain in complex treatment of chronic muscle-skeletal pains] // *Klinicheskaya meditsina i farmakologiya*. – 2017. – Т. №3. – С. 8-

9. Eskov V.M., Zinchenko Yu.P., Zhuravleva O.A., Filatova O.E. Tri global'nye paradigmy estestvoznaniya i obosnovanie tret'ei paradigmy v psikhologii i meditsine [Three global paradigms of natural sciences and justification of the third paradigm in psychology and medicine] // *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii*. Elektronnoe izdanie. – 2017. – Т. 11. – № 1. – С. 45-54.

10. Zhivoglyad R.N., Manonov A.M., Uraeva Ya.I., Golovacheva E.A. Ispol'zovaniya apiterapii pri sosudistyykh zabolvaniyakh i boleznyakh pozvonochnika v usloviyakh Severa RF [Use of apiterapy in vascular diseases, spine diseases in the conditions of the north of the russian federation] // *Klinicheskaya meditsina i farmakologiya*. – 2017. – Т. 3. – №3. – С. 2-7.

11. Zilov V.G., Khadartsev A.A., Es'kov V.V., Es'kov V.M. Eksperimental'nye issledovaniya statisticheskoi ustoichivosti vyborok kardiointervalov [The absence of statistical stability in rr-intervals of human body] // *Byulleten' eksperimental'noi biologii i meditsiny*. – 2017. – Т. 164. – № 8. – С. 136-139.

12. Zinchenko Yu.P., Khadartsev A.A., Filatova O.E. Vvedenie v biofiziku gomeostaticheskikh sistem (complexity) // *Slozhnost'. Razum. Postneklassika*. – 2016. – № 3. – С. 6-15.

13. Kolosova A.I., Filatov M.A., Maistrenko E.V., Filatova D.Yu., Makeeva S.V. Parametry pamyati uchashchikhsya, v zavisimosti ot tipa lateralizatsii golovnogogo mozga, kak pokazatel' zdorov'ya na Severe RF [Parameters of memory of students residing on the russian north, depending on the type of brain lateralization] // *Klinicheskaya meditsina i farmakologiya*. – 2017. – Т. 3. – № 3. – С. 19-23.

14. Mezentsева L.V., Pertsov S.S., Kopylov F.Yu., Lastovetskii A.G. Matematicheskii analiz ustoichivosti kardiodinamiki u postinfarktnykh bol'nykh [Mathematical Analysis of Stability of Heart Rate Dynamics in

Postinfarction Patients] // *Biofizika*. – 2017. – Т. 62. – № 3. – С. 614-617.

15. Filatova O.E., Maistrenko E.V., Boltsev A.V., Gazya G.V. Vliyanie promyshlennykh elektromagnitnykh polei na dinamiku serdechno-sosudistyykh sistem rabotnits neftegazovogo kompleksa [The influence of industrial electromagnetic fields on cardiorespiratory systems dynamics of oil-gas industry complex female workers] // *Ekologiya i promyshlennost' Rossii*. – 2017. – Т. 21. – № 7. – С. 46-51.

16. Khadartsev A.A., Es'kov V.M. Vnutrennie bolezni s pozitsii teorii khaosa i samoorganizatsii sistem (nauchnyi obzor) // *Terapevt*. – 2017. – № 5-6. – С. 5-12.

17. Elman K.A., Srybnik M.A., Prasolova A.A., Volokhova M.A. Sravnitel'nyi analiz funktsional'nykh sistem organizma korenno detsko-yunoshekskogo naseleniya v usloviyakh Severa [Comparative analysis of functional systems of the indigenous youth population in the north] // *Klinicheskaya meditsina i farmakologiya*. – 2017. – Т. 3. – № 3. – С. 14-18.

18. Yakunin V.E., Beloshchenko D.V., Kamaltdinova K.R., Potetyurina E.S. Khaoticheskaya otsenka parametrov elektromiogramma u muzhchin pri raznom staticheskom usilii [Chaotic assesment of electromyogram parameters in men with different static physical loads] // *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii*. Elektronnoe izdanie. 2017. № 3. Publikatsiya 1-4. URL: http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2_017-3/1-4.pdf (data obrashcheniya: 18.09.2017).

19. 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.

20. 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.

21. 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.

22. 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.

23. 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.

24. 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.

25. 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.

26. 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.

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. – P. 224-232.

28. 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.

29. 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. 1. – Pp. 4-8.