

DOI: 10.12737/article\_5a1c029cbef6d9.89882621

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

О.Е. ФИЛАТОВА<sup>1</sup>, Л.В. МЕЗЕНЦЕВА<sup>2</sup>, Г.В. ГАЗЯ<sup>1</sup>, А.А. СОКОЛОВА<sup>1</sup><sup>1</sup>БУ ВО «Сургутский государственный университет», Сургут, пр. Ленина, д. 1, г. Сургут, Россия, 628400, e-mail: filatovamail@mail.ru<sup>2</sup>НИИ 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

О.Е. FILATOVA<sup>1</sup>, L.V. MEZENTSEVA<sup>2</sup>, G.V. GAZYA<sup>1</sup>, A.A. SOKOLOVA<sup>1</sup><sup>1</sup>Surgut State University, Lenina pr., 1, Surgut, Russia, 628400, e-mail: filatovamail@mail.ru<sup>2</sup>Anokhin 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 golovnoy 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. Mezentseva 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. Vliyaniye 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 korennoy detsko-yunoshekskoy 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](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.