

ЛАТЕРАЛИЗАЦИЯ МОТОРНЫХ РЕАКЦИЙ ИСПЫТУЕМЫХ В УСЛОВИЯХ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ШУМА

Е.В. МАЙСТРЕНКО, Д.В. БЕЛОЩЕНКО, И.Г. КУРМАНОВ, А.Е. БАЖЕНОВА

*БУ ВО «Сургутский государственный университет», ул. Ленина, 1, Сургут, Россия, 628400
E-mail: d.beloshhenko@mail.ru*

Аннотация. Исследовалось действие моделируемого производственного шума на параметры треморограмм испытуемых, находящихся в спокойном состоянии. Особое внимание при этом уделялось проблеме функциональной моторики асимметрий (сравнение тремора левой и правой рук испытуемых). С использованием методов теории хаоса-самоорганизации показаны различия в оценке динамики поведения параметров нервно-мышечной системы человека. Установлена различная двигательная реакция (тремор) левой и правой рук на акустическое воздействие (шум), которое было адекватным условием в нефтегазовом комплексе. Были выявлены общие закономерности в динамике поведения параметров тремора (до-после звукового воздействия) у испытуемых г. Сургута, которые проявлялись в различных объемах (площадей S) квазиаттракторов треморограмм левой и правой рук испытуемых. Разработанный подход целесообразно использовать в условиях производства при оценке шумовых воздействий на испытуемых.

Ключевые слова: квазиаттрактор, нервно-мышечная система человека, акустические воздействия.

MOTOR REACTIONS LATERALIZATION TESTED IN CONDITIONS OF INDUSTRIAL NOISE

E.V. MAISTRENKO, D.V. BELOSHCHENKO, I.G. KURMANOV, A.E. BAZHENOVA

*Surgut State University, Lenina pr., 1, Surgut, Russia, 628400
E-mail: d.beloshhenko@mail.ru*

Abstract. The impact of simulated industrial noise has been studied on parameters of tremorograms of test subjects in rest. Special attention has been given to the problem of functional motor asymmetry (tremor comparison of left and right hands in test subjects). Using the methods of chaos-self-organization theory, the differences in parameters of neuromuscular system of the body has been showed. A different motor reaction (tremor) of left and right hands has been established in response to acoustic exposure – industrial noise. The general patterns in dynamics of tremor parameters (before and after the acoustic exposure) in test subjects manifested in different areas S of tremorograms quasiattractors of left and right hands of test subjects have been revealed. The developed expedient approach may be used in assessment of noise effects on workers for using in working conditions.

Key words: quasiattractor, human neuromuscular system, acoustic effects.

Введение. Особенности восприятия человеком звуковых раздражителей исследуются специалистами различных областей знаний (и в первую очередь психофизиологами в области трудовых процессов) уже на протяжении многих лет (объединяя в себе звук в психологическом понимании и звук, определяемый физически). Акустические воздействия на организм человека исследуются по трем основным направлениям: 1) влияние на орган слуха; 2) воздействие на функции отдельных органов и систем (сердечно-сосудистая, нервно-мышечная,

пищеварительная, эндокринная системы, вестибулярный аппарат, обменные процессы, кроветворение и т. д.); 3) воздействие на организм в целом и, в частности, на высшую нервную деятельность, на вегетативную реактивность. Использование определенных звуковых воздействий может оказывать как отрицательное, так и положительное влияние на результат трудовой деятельности и процесс обучения [1-4,13-18].

В данной работе на примере реакции *нервно-мышечной системы* (НМС)

человека изучаются существенные различия в хаотической динамике микродвижений конечности человека, а именно тремора, у группы испытуемых (в ответ на акустическое воздействие). В рамках *теории хаоса-самоорганизации* (ТХС) устанавливаются различия значений площадей S квазиаттракторов (КА) параметров *треморограмм* (ТМГ) в оценке динамики поведения двигательной реакции левой и правой руки в ответ на шум. При воздействии шума на правую руку у испытуемых наблюдается увеличение значения площадей КА параметров ТМГ, однако сами значения площадей КА для ТМГ правой руки гораздо ниже, чем при воздействии на левую руки.

Исследуется практическая возможность применения метода многомерных фазовых пространств для идентификации реальных изменений параметров НМС человека [12].

Объект и методы исследования. Идентифицировались параметры КА постурального тремора левой и правой руки испытуемых, которые существенно отличаются у учащихся разных возрастных групп. В настоящих исследованиях объектом наблюдения стали 20 студентов (девушек и юношей), обучающихся на 1-3 курсах БУ ВО «Сургутский государственный университет ХМАО – Югры». Обследование студентов производилось неинвазивными методами и соответствовало этическим нормам Хельсинской декларации (2000 г.). Работа выполнялась в рамках плана научных исследований лаборатории «Функциональные системы организма человека на Севере» при научно-исследовательском институте биофизики и медицинской кибернетики и темой НИОКР «Исследование поведения функциональных систем организма человека на Севере РФ методами многомерных фазовых пространств состояний» (№ 01200965147). Критерии включения: возраст студентов 17-20 лет; отсутствие жалоб на состояние здоровья в период проведения обследований; наличие информированного согласия на участие в исследовании. Критерии исключения: болезнь студента в

период обследования.

Эксперимент включал в себя 2 этапа исследования. На первом этапе у испытуемых регистрировались параметры постурального тремора в виде координаты пальца по отношению к датчику $x_i=x_i(t)$ в спокойном состоянии (при отсутствии активного акустического воздействия). На втором этапе испытуемому было предложено прослушать запись «белого» шума с одновременной регистрацией параметров НМС. Обследование производилось повторно и одновременно для правой и левой рук испытуемых. Между каждым этапом испытуемым предоставлялось время T на восстановление $T \geq 15$ мин. Также необходимо отметить, что акустическое воздействие осуществлялось на среднем уровне громкости при котором испытуемые не испытывали дискомфорта, связанного с высокой интенсивностью звукового потока [7,14,22].

Использовались датчики токовихревого типа в *биофизическом измерительном комплексе* (БИК), разработанном в *лаборатории биокибернетики и биофизики сложных систем* при СурГУ. Они обеспечивали высокую точность измерений и широкий диапазон частот регистрируемого тремора, а также обработку полученной информации. Принцип работы БИК заключается в использовании сигналов от двух токовихревых датчиков, между которыми помещается исследуемый объект для измерения его микродвижений. Обработку сигналов с датчиков производили с использованием запатентованной программы (№ 2000610599 от 2000 г.), обеспечивающей получение спектральных характеристик и их анализ в фазовом пространстве состояний [1-4,15-22]. Расчет параметров КА производился по программам для ЭВМ, зарегистрированным в Федеральном агентстве по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам (свидетельства № 2006613212 и № 2010108496).

При этом мы предварительно рассчитывали площади КА регистрируемых треморограмм для всех 29 испытуемых в координатах $x_i=x_i(t)$ – положение пальца по отношению к датчику, $x_2=dx_1/dt= x_2(t)$. Расчет площади (в общем случае объема V_G , т.к. $x_3=dx_2/dt$) производился на основе общей формулы

$$V_G^k = \prod_{i=1}^m D_i^k$$
, где D_i^k представляли вариационные размахи по каждой x_i координате [6-14].

Статистическая обработка данных осуществлялась при помощи следующих программных пакетов: «Excel MS Office-2003» и «Statistica 10». Соответствие структуры данных закону нормального распределения оценивалось на основе вычисления критерия Шапиро-Уилка (для выборок $n < 50$). Производилась идентификация параметров тремора на соответствие закону нормального распределения. Закон Гаусса не подтвердился, поэтому дальнейшие исследования зависимостей производились методами непараметрической статистики.

Результаты и их обсуждение. Работа впервые характеризует возможности одновременного использования методов статистики и ТХС. В табл.1. представлены данные по расчету площадей КА для 2-х состояний испытуемых (без акустического воздействия и при воздействии белого шума). Надежность используемых статистических оценок принималась не менее 95%. Учитывая, что распределения параметров площадей КА треморограмм отличаются от нормального, все данные представлены в виде медианы и интерквартильного размаха. Интерквартильный размах указывается в виде 5 и 95 перцентилей.

Таблица 1

Результаты статистической обработки данных динамики площадей КА параметров треморограмм ($Z \times 10^{-6}$ у.е.) в спокойном состоянии и при воздействии белого шума для левой и правой рук испытуемых

№ 20	$S_{KA} \times 10^{-6}$ (у.е.) для левой руки	$SKA \times 10^{-6}$ (у.е.) для правой руки
------	---	---

		Без Воздействия	шум	Без Воздействия	шум
X_{cp}		7,20	6,51	1,75	3,02
Процентили % ср $*10^{-6}$	50 Me	5,59	5,38	0,93	1,72
	5, %	0,84	0,28	0,11	0,04
	95, %	13,00	20,50	5,37	6,29

*Примечание: Me – медиана (5%;95%) для описания асимметричных распределений использована медиана, а в качестве мер рассеяния процентили (5-й и 95-й)

Анализ табл. 1. показал что, средние значения показателей (X_{cp} , 50, Me) для левой руки уменьшаются после воздействия «белого» шума, для правой же руки мы наблюдаем обратную ситуацию: средние значения показателей увеличиваются, что доказывает статистическую неустойчивость ТМГ и может говорить об ответной реакции НМС испытуемых на акустическое воздействие (рис.1).

Так же были выявлены статистически значимые различия (табл. 1) при сравнении площадей КА треморограмм левой и правой руки без воздействия ($p=0,000003$), при воздействии шума ($p=0,000161$) (использовался непараметрический критерий Вилкоксона (Wilcoxon Signed Ranks Test)). Качественное изменение хаотической динамики можно увидеть на изменении геометрии и конфигурации КА на фазовой плоскости (рис.2). Количественные характеристики КА (средние значения их площадей) представлены в табл.1 и на рис.1.

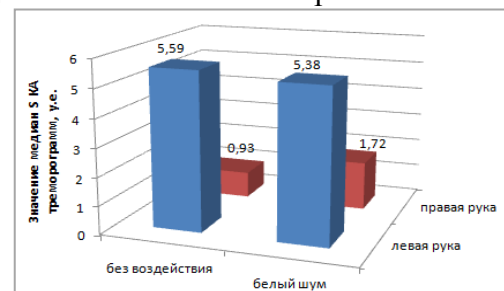


Рис. 1. Динамика значений медиан площадей КА ($Z \times 10^{-6}$ у.е.) параметров треморограмм в спокойном состоянии и при воздействии белого шума

На рис. 1 представлена динамика медиан – Me площадей КА ($S_{KA} \times 10^{-6}$ у.е.) параметров ТМГ в спокойном состоянии и при воздействии звукового шума для левой и правой рук испытуемых. Легко увидеть

(рис. 1), что значение площадей КА для левой руки гораздо выше, чем для правой, как без воздействия, так и при акустическом воздействии. Причем при сравнении результатов без воздействия ($S_{КА}=5,59 \times 10^{-6}$ у.е.) с результатами действия «белого» шума ($S_{КА}=5,38 \times 10^{-6}$ у.е.) отмечается уменьшение площадей КА. Опосредованная реакция правой руки на акустические воздействия несколько иная: минимальное значение площади установлено при отсутствии акустических воздействий и составляет $S_{КА}=0,93 \times 10^{-6}$ у.е. При действии «белого» шума, установлено увеличение площади КА до $S_{КА}=1,72 \times 10^{-6}$ у.е. (рис.2).

Для наглядной оценки хаотической динамики параметров КА ТМГ были построены фазовые портреты микродвижений в координатах x_i (удаление пальца от датчика) и $x = dx_i/dt$ (скорость перемещения пальца). Характерный (типичный) пример фазового портрета правой руки испытуемого Ш.М.А. до и после акустического воздействия представлен на рис.2 (в данном случае размерность фазового пространства была равна двум). Наблюдается резкое увеличение площади КА (рис. 2) почти в 6 раз после воздействия белого шума (с $S_{КА}=1,98 \times 10^{-6}$ у.е. до $S_{КА}=7,29 \times 10^{-6}$ у.е.). В большинстве случаев для правой руки в группе испытуемых значения площадей КА увеличивались после звукового воздействия, что может свидетельствовать об ухудшении самочувствия, увеличении психоэмоционального напряжения, снижения вегетативного тонуса и эффективности деятельности испытуемых [10-18].

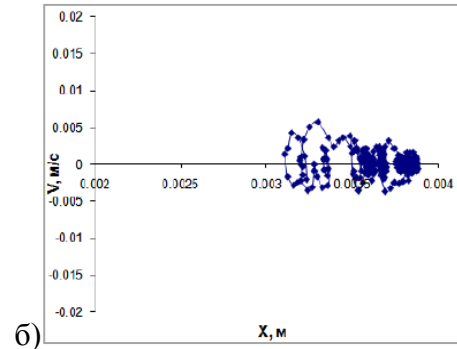
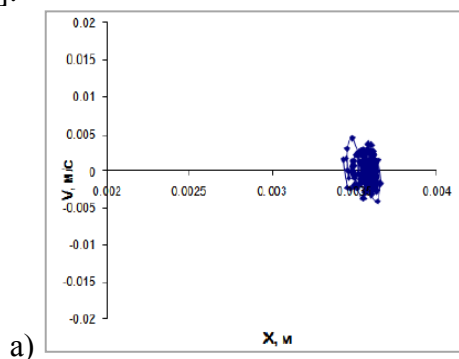


Рис.2. Фазовый портрет параметров треморограмм испытуемого Ш.М.А. с координатами $x_1, x_2 = dx_1/dt$: а) конфигурация КА правой руки испытуемого до звукового воздействия $S_{КА}=1,98 \times 10^{-6}$ у.е.; б) изменения конфигурации КА правой руки испытуемого после воздействия шума $S_{КА}=7,29 \times 10^{-6}$ у.е.

Заключение. Асимметрия моторных реакций с позиций ТХС более выражена, чем с позиций стохастического подхода. Любое направленное акустическое воздействие, изменяя психическое состояние человека, изменяет значения параметров КА НМС, о чем свидетельствуют изменения их площадей. Усредненные реакции левой руки на звуковое раздражение испытуемых существенно отличаются от реакции на звук для правой руки испытуемых.

Исследования в этой области показали, что у обучающихся при воздействии белого шума, в большинстве случаев, не формируется целенаправленная деятельность, устойчивость внимания, падает работоспособность. Сейчас можно говорить об отрицательных изменениях в функциональных состояниях учащихся, что понижает уровень готовности к взаимодействию в педагогическом процессе и сказывается на снижении качественных характеристик учебной деятельности учащихся.

Литература

1. 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.

2. Гавриленко Т.В., Горбунов Д.В., Белощенко Д.В., Чертищев А.А. Теорема Гленсдорфа-Пригожина в оценке параметров треморограмм // Вестник новых медицинских технологий. – 2017. – Т. 24. – № 2. – С. 16-21.
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., Гавриленко Т.В., Еськов В.М., Вохмина Ю.В. Феномен статистической неустойчивости систем третьего типа – complexity // Журнал технической физики. – 2017. – Т. 87. – № 11. – С. 1609-1614.
5. 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.
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. 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.
8. Майстренко В.И., Майстренко Е.В. Динамика параметров квазиаттракторов вектора состояния организма педагогов при формировании симптомов фазы «резистенции» синдрома профессионального выгорания // Вестник новых медицинских технологий. 2017. Т. 24, № 1. С. 21-28.
9. Томчук А.Г., Широков В.А., Мирошниченко И.В., Яхно В.Г. Стохастический и хаотический анализ психо-эмоционального статуса и вегетативных показателей в комплексном лечении хронических мышечно-скелетных
 болеей // Вестник новых медицинских технологий. 2017. Т. 24. № 3. С. 40-46.
10. 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.
11. Хадарцев А.А., Еськов В.М. Внутренние болезни с позиции теории хаоса и самоорганизации систем (научный обзор) // Терапевт. – 2017. – № 5-6. – С. 5-12.
12. Широков В.А, Томчук А.Г, Роговский Д.А. Стохастический и хаотический анализ вертеброневрологических показателей пациентов при остеохондрозе позвоночника в условиях севера // Клиническая медицина и фармакология. – 2017. – Т. 3. – № 1. – С. 34-38.
13. Яхно В.Г., Белощенко Д.В., Баженова А.Е., Башкатова Ю.В. Парадокс Еськова-Филатовой в оценке параметров биосистем // Вестник новых медицинских технологий. – 2017. – Т. 24. – № 3. – С. 20-26.
14. 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.
15. Eskov V.M., Bazhenova A.E., Vochmina U.V., Filatov M.A., Piyashenko 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.
16. 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.
17. Eskov V.M., Eskov V.V., Vochmina Y.V., Gorbunov D.V., Piyashenko 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.
18. 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.

19. 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. – № 8. – pp. 15-20.

20. Khadartsev A.A., Nesmeyanov A.A., Eskov V.M., Filatov M.A., Pab W. Foundamentals of chaos and self-organization theory in sports // *Integrative medicine international*. – 2017. – Vol. 4. – Pp. 57-65.

21. 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.

References

1. Beloshhenko D.V., Jakunin V.E., Potetjurina E.S., Korolev Ju.Ju. Ocenka parametrov jelektromiogramm u zhenshin pri raznom staticheskom usilii v rezhime povtorenija [Assesment of electromyograms parameters in women with different static physical loads during repetitions] // *Klinicheskaja medicina i farmakologija*. – 2017. – T. 3. – № 1. – S. 26-31.

2. Gavrilenko T.V., Gorbunov D.V., Beloshhenko D.V., Chertishhev A.A. Teorema Glensdorfa-Prigozhina v ocenke parametrov tremorogramm [The Glensdorf-Prigogine theorem in the estimation of tremorograms parameters] // *Vestnik novyh medicinskih tehnologij*. – 2017. – T. 24. – № 2. – S. 16-21.

3. Es'kov V.V. Termodinamika neravnovesnyh sistem I.R. Prigogine i jentropijnyj podhod v fizike zhivyh sistem [Thermodynamics of nonequilibrium systems I.R. Prigogine and entropy approach in the physics of living systems] // *Vestnik novyh medicinskih tehnologij*. – 2017. – T. 24. – № 2. – S. 7-15.

4. Es'kov V.V., Gavrilenko T.V., Es'kov V.M., Vohmina Ju.V. Fenomen statisticheskoy neustojchivosti sistem tret'ego tipa –

complexity [Static instability phenomenon in type-three secretion systems: complexity] // *Zhurnal tehnichekoj fiziki*. – 2017. – T. 87. – № 11. – S. 1609-1614.

5. Es'kov V.M., Zinchenko Ju.P., Zhuravleva O.A., Filatova O.E. Tri global'nye paradigmy estestvoznaniya i obosnovanie tret'ej paradigmy v psihologii i medicine [Three global paradigms of natural sciences and justification of the third paradigm in psychology and medicine] // *Vestnik novyh medicinskih tehnologij. Jelektronnoe izdanie*. – 2017. – T. 11. – № 1. – S. 45-54.

6. 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 tehnologij*. – 2017. – T. 24. – № 1. – S. 158-167.

7. Zilov V.G., Hadarcev A.A., Es'kov V.V., Es'kov V.M. Jeksperimental'nye issledovanija statisticheskoy ustojchivosti vyborok kardiointervalov [The absence of statistical stability in rr-intervals of human body] // *Bjulleten' jeksperimental'noj biologii i mediciny*. – 2017. – T. 164. – № 8. – S. 136-139.

8. Majstrenko V.I., Majstrenko E.V. Dinamika parametrov kvaziatraktorov vektora sostojanija organizma pedagogov pri formirovanii simptomov fazy «rezistencii» sindroma professional'nogo vygoranija [Dynamics parameters quasi-attractors vector teachers body condition during the formation of "resistance" phase symptoms of burnout] // *Vestnik novyh medicinskih tehnologij*. 2017. T. 24, № 1. S. 21-28.

9. Tomchuk A.G., Shirokov V.A., Miroshnichenko I.V., Jahno V.G. Stohasticheskij i haoticheskij analiz psihosjemocional'nogo statusa i vegetativnyh pokazatelej v kompleksnom lechenii hronicheskikh myshechno-skeletnyh bolej

[Stochastic and chaotic analysis of the psycho-emotional status and vegetative indices in the complex treatment of chronic muscle-skeletal pains] // Vestnik novyh medicinskih tehnologij. 2017. T. 24. № 3. S. 40-46.

10. Filatova O.E., Majstrenko E.V., Boltaev A.V., Gazja G.V. Vlijanie promyshlennyh jelektromagnitnyh polej na dinamiku serdechno-sosudistyh sistem rabotnic neftegazovogo kompleksa [The influence of industrial electromagnetic fields on cardio-respiratory systems of oil-gas industry complex female workers] // Jekologija i promyshlennost' Rossii. – 2017. – T. 21. – №7. – S. 46-51.

11. 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.

12. Shirokov V.A, Tomchuk A.G, Rogovskij D.A. Stohasticheskiy i haoticheskiy analiz vertebronevrologicheskikh pokazatelej pacientov pri osteohondroze pozvonochnika v uslovijah severa [Stochastic and chaotic analysis of vertebroneurological indicators of patients with osteochondrosis of the vertebra in the north] // Klinicheskaja medicina i farmakologija. – 2017. – T. 3. – № 1. – S. 34-38.

13. Jahno V.G., Beloshhenko D.V., Bazhenova A.E., Bashkatova Ju.V. Paradoks Es'kova-Filatovoj v ocenke parametrov biosistem [The Eskov-Filatova paradox to the estimation of the parameters of biosystems] // Vestnik novyh medicinskih tehnologij. – 2017. – T. 24. – № 3. – S. 20-26.

14. 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.

15. 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.

16. 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.

17. 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.

18. 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.

19. 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. – № 8. – pp. 15-20.

20. Khadartsev A.A., Nesmeyanov A.A., Eskov V.M., Filatov M.A., PabW. Fundamentals of chaos and self-organization theory in sports // Integrative medicine international. – 2017. – Vol. 4. – Pp. 57-65.

21. 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.