

УДК 616-099.3-053.2

ХАРАКТЕРИСТИКА ПАРАМЕТРОВ ТРЕМОРА У ЖЕНЩИН С РАЗЛИЧНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКОЙ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРА РОССИИ

© 2017 г. ¹В. М. Еськов, ^{2,3}А. Б. Гудков, ¹А. Е. Баженова, ¹Г. С. Козупица¹Сургутский государственный университет, г. Сургут; ²Северный государственный медицинский университет;³Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова, г. Архангельск

Представлены результаты анализа тремометрии у двух групп проживающих на Севере России женщин в возрасте от 30 до 32 лет: регулярно занимающихся физической подготовкой и не занимающихся физическими упражнениями. На основании методов расчета параметров квазиаттракторов в двумерном фазовом пространстве в качестве количественной меры реальных изменений параметров нервно-мышечной системы организма женщин с различной физической подготовленностью использовались площади квазиаттракторов. Уже в первом приближении эти площади демонстрировали отличия тренированных лиц от нетренированных. Установлено, что диапазон распределения значений площадей квазиаттракторов у тренированных женщин располагается от $0,02 \times 10^{-6}$ до $0,96 \times 10^{-6}$ у. е., в то время как диапазон их значений у испытуемых без физической подготовки увеличивает свой размах от $0,14 \times 10^{-6}$ до $5,60 \times 10^{-6}$ у. е. Статистическая обработка данных выявила разнонаправленные изменения исследуемых параметров в зависимости от степени физической подготовленности женщин; так, медианные значения площадей квазиаттракторов составили 0,82 у. е. в группе испытуемых без физической подготовки и 0,15 у. е. у тренированных испытуемых.

Ключевые слова: треморограмма, женщины, физическая подготовка, квазиаттрактор, хаос, самоорганизация, Север

THE TREMOR PARAMETERS OF FEMALE WITH DIFFERENT PHYSICAL TRAINING IN THE RUSSIAN NORTH

¹V. M. Eskov, ^{2,3}A. B. Gudkov, ¹A. E. Bazhenova, ¹G. S. Kozupitsa¹Surgut State University, Surgut; ²Northern State Medical University, Arkhangelsk, Russia;³Northern (Arctic) Federal University named after M. V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russia

The paper presents the results of the tremor analysis carried out in two groups of women living in the North of Russia, aged 30 to 32 years old regularly engaged in physical training and not engaged in physical training. On the basis of methods for calculating the parameters of quasi-attractor in two-space dimension as a quantitative measure of real changes in neuromuscular system parameters of women with different fitness level, spaces of the quasi-attractors were used. In simplistic terms the indicator of quasi-attractor areas has already shown differences between trained and untrained individuals. It has been stated that the range of values of quasi-attractor's squares in trained women varies from $0,02 \times 10^{-6}$ to $0,96 \times 10^{-6}$ (a.u.) and in women without physical training – $0,14 \times 10^{-6}$ to $5,60 \times 10^{-6}$ (a.u.). Statistical data processing has revealed differently directed changes of the studied parameters depending on the degree of women's physical training. The median values of the quasi-attractor squares were 0,82 (a.u.) in the group of women without physical training and 0,15 (a.u.) in trained women.

Keywords: tremorogram, women, physical fitness, quasi-attractor, chaos, self-organization, the North.

Библиографическая ссылка:

Еськов В. М., Гудков А. Б., Баженова А. Е., Козупица Г. С. Характеристика параметров тремора у женщин с различной физической подготовкой в условиях Севера России // Экология человека. 2017. № 3. С. 38–42.

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. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2017, 3, pp. 38-42.

Население, регулярно занимающееся физическими упражнениями в условиях проживания на Севере Российской Федерации, подвергается комплексному воздействию неблагоприятных климатогеографических факторов [4, 7, 8, 12]. Общеизвестно, что физическая нагрузка вызывает значительные перестройки всех функций организма, которые накладываются на особые условия проживания на северных территориях [3, 10], и возникает проблема оценки реального влияния физической нагрузки на организм человека [11]. Общеизвестно, что при выборе средств и методов повышения общей и специальной работоспособности в различных видах спорта и массовых формах физической культуры необходим учет особенностей

организма женщин как с физиологической, так и биофизической (биомеханической) точки зрения. При этом особая роль отводится параметрам основных функциональных систем организма (ФСО) человека: кардиореспираторной системы и нервно-мышечной системы (НМС) [13–16].

Состояние ФСО человека в условиях выполнения специфических двигательных задач представляет особый интерес в рамках теории хаоса и самоорганизации (ТХС). Это обусловлено особым эффектом Еськова — Зинченко, когда все статистические характеристики тремора хаотически изменяются [1, 6, 14, 17, 18]. Новый подход в рамках ТХС позволяет прогнозировать возможные изменения регуляторных

систем НМС как наиболее важной ФСО в аспекте жизнеобеспечения. В наших исследованиях выполнялся анализ параметров НМС человека, который характеризует изменения именно у женщин при выполнении регулярных физических нагрузок, что представляет несомненный научный интерес с позиции экологии человека на Севере России [9]. Такая информация может обеспечить прогноз динамики возрастных изменений организма человека уже во взрослом состоянии, оценить качество его жизни на Севере. Более того, при целенаправленном управлении физической активностью (в виде спортивной деятельности) физическая подготовка жителей Севера может обеспечить пролонгацию их жизни. Объективная оценка состояний ФСО при систематических физических нагрузках требует новых методов обработки данных и расширения диагностических признаков [20]. В наше исследование мы включили параметры тремора, что до настоящего времени никем не использовалось.

Целью данного исследования является оценка степени влияния регулярных физических нагрузок на организм женщин с различной физической подготовленностью, проживающих в условиях Ханты-Мансийского автономного округа — Югры, с позиции теории хаоса и самоорганизации.

Методы

Объектом настоящего исследования явились женщины, проживающие на территории округа не менее пяти лет. Возраст обследуемых от 30 до 32 лет. В зависимости от степени физической активности были сформированы две группы по 15 человек. В первую группу отнесли женщин, занимающихся физическими упражнениями нерегулярно, менее трех раз в неделю (без физической подготовки). Во вторую вошли женщины, профессионально занимающиеся спортом, имеющие спортивную квалификацию не ниже первого взрослого разряда и продолжающие заниматься систематически физическими упражнениями (тренированные).

У испытуемых регистрировались параметры тремора с помощью биофизического измерительного комплекса, разработанного в лаборатории биокibernетики и биофизики сложных систем при Сургутском государственном университете. Установка включает металлическую пластинку (крепится жестко к пальцу испытуемого), токовихревой датчик, усилитель, аналогово-цифровой преобразователь и компьютер с оригинальным программным обеспечением. В качестве фазовой координаты, помимо координаты $x_1 = x(t)$ перемещения конечности, использовалась координата скорости перемещения пальца $x_2 = v(t) = dx_1/dt$. Перед испытуемыми стояла задача удерживать палец в пределах заданной области, осознанно контролируя его неподвижность. Испытуемый проходил 15 серий эксперимента ($N = 15$), в каждой из которых регистрация тремора проводилась 15 раз ($n = 15$), для проверки явления Еськова — Зинченко [2, 5, 15, 19].

Обработка данных и регистрация тремора конечности испытуемых проводилась на ЭВМ с использованием программы «Charts3». С помощью этой программы осуществлялся анализ данных по временным и спектральным характеристикам кинематограмм испытуемых в низко-, средне- и высокочастотном диапазонах. Благодаря запатентованному программному продукту удалось построить фазовые плоскости и рассчитать площади квазиаттрактора (КА). Статистическая обработка данных осуществлялась при помощи программного пакета «Statistica 10» [18].

Все обследования женщин соответствовали этическим нормам Хельсинкской декларации.

Результаты

Нами были построены фазовые плоскости для всех 15 выборок из 15 серий экспериментов каждого испытуемого. Было установлено, что на всех этапах эксперимента треморограммы не имеют повторов даже на коротких временных интервалах. Для КА были рассчитаны площади (S), которые находились как произведение двух вариационных размахов фазовых координат Δ_{x1} и Δ_{x2} , т. е. $S = \Delta_{x1} \times \Delta_{x2}$. При этом вектор $x(t) = (x_1, x_2)T$ совершал хаотические движения в пределах этих КА (их S). Таким образом, в каждой группе испытуемых было получено 15 сводных таблиц с 225 значениями S . Анализ всех полученных значений S представляет схожую картину в виде данных испытуемых А и Б (как типовых).

Уже в первом приближении площади КА демонстрировали отличия тренированных лиц от лиц без физической подготовки. В рамках ТХС для всех испытуемых, аналогично примеру испытуемых А и Б, была рассчитана медиана (Me) и процентиля (%) для всех $N = 15$, $n = 15$. В табл. 1 представлены площади КА испытуемого А для всех выборок треморограмм, а также Me и % в каждой серии эксперимента.

В качестве примера приводим значение площадей выборок треморограмм испытуемого А, которые находятся в диапазоне от $0,14 \times 10^{-6}$ до $5,60 \times 10^{-6}$ у. е., и они представляют испытуемого с низкой физической подготовкой. При расчете Me значение диапазона сужается от $0,52 \times 10^{-6}$ (0,20; 1,64) до $1,42 \times 10^{-6}$ (0,18; 3,93) у. е. В табл. 2 представлены площади выборок треморограмм испытуемого Б, а также Me и % в каждой серии эксперимента. Этот испытуемый имеет высокую физическую подготовку. Значение площадей выборок треморограмм испытуемого Б находится в диапазоне $0,02 \times 10^{-6}$ до $0,96 \times 10^{-6}$ у. е. При расчете Me значение диапазона сужается от $0,08 \times 10^{-6}$ (0,04; 0,96) до $0,27 \times 10^{-6}$ (0,06; 0,70) у. е.

Расчеты среднего значения ($Me \pm \sigma$) испытуемого без физической подготовки $MeA = 0,82 \pm 0,24$, а тренированного испытуемого $MeB = 0,15 \pm 0,06$. Таким образом, площади КА выборок треморограмм изменяются разнонаправленно в зависимости от степени физической подготовленности. В целом такая динамика наблюдается у всех испытуемых, но она индивидуальна, и ее расчет в рамках стохастики

Таблица 1

Площади ($S \times 10^{-6}$) квазиаттракторов выборок треморограмм испытуемого А ($N = 15, n = 15$)

№	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀	C ₁₁	C ₁₂	C ₁₃	C ₁₄	C ₁₅
1	0,52	0,48	0,23	0,45	0,75	0,29	0,24	0,64	0,27	2,77	1,80	3,60	1,11	0,82	0,70
2	1,28	2,88	0,65	2,98	0,23	1,17	0,54	0,87	5,60	0,58	1,22	0,92	1,27	0,18	0,24
3	1,42	0,69	0,50	0,54	4,09	2,14	1,37	0,82	0,77	0,98	0,14	1,79	1,02	0,44	0,20
4	2,64	0,93	0,89	4,61	0,23	0,72	1,12	0,18	0,25	0,89	0,21	0,51	0,80	0,60	0,23
5	3,93	1,21	0,36	0,77	0,94	1,36	0,98	0,44	0,88	1,11	0,25	0,24	1,20	0,67	0,75
6	1,14	1,02	0,28	0,64	0,39	0,24	0,19	0,77	0,74	0,83	2,05	1,22	3,47	0,46	1,64
7	3,07	0,31	2,25	1,73	0,72	3,74	0,21	0,37	1,26	0,67	0,96	0,65	0,27	0,27	0,54
8	0,35	2,54	1,61	0,49	0,46	0,52	1,61	0,60	1,26	0,40	1,23	0,78	0,36	1,26	1,02
9	2,86	2,10	0,82	2,75	0,36	0,98	0,96	1,14	2,12	0,53	0,80	0,60	0,58	2,12	0,31
10	3,78	1,17	3,54	0,32	0,74	0,99	0,40	0,67	0,55	2,90	0,50	1,00	0,65	0,80	0,48
11	1,76	1,24	0,31	0,42	1,22	0,27	1,67	1,09	0,63	0,45	2,81	1,79	0,23	1,64	0,35
12	1,38	3,83	0,59	0,57	1,24	0,70	0,71	1,30	0,47	0,55	1,26	0,30	1,18	0,36	0,71
13	2,29	0,98	1,37	1,84	0,84	2,53	1,73	0,46	0,66	1,15	0,85	0,55	0,36	0,72	0,73
14	0,18	2,77	0,25	4,61	0,20	0,21	1,07	0,92	0,73	2,34	0,63	0,33	0,73	0,27	0,37
15	0,19	0,58	1,02	0,49	3,93	0,94	0,55	0,30	0,53	1,78	0,89	0,62	0,71	0,68	0,52
Me	1,42	1,17	0,65	0,64	0,74	0,94	0,96	0,67	0,73	0,89	0,89	0,65	0,73	0,67	0,52
5%	0,18	0,31	0,23	0,32	0,20	0,21	0,19	0,18	0,25	0,40	0,14	0,24	0,23	0,18	0,20
95%	3,93	3,83	3,54	4,61	4,09	3,74	1,73	1,30	5,60	2,90	2,81	3,60	3,47	2,12	1,64

весьма затруднителен. Более того, вся ТХС разрабатывается сейчас для индивидуальной медицины и физиологии (спорта).

Обсуждение результатов

По всем полученным результатам можно сделать вывод, что среднее значение площадей КА испытуемых (у нас пример А) без физической подготовки в среднем в 5,5 раза больше, чем у тренированного испытуемого. При этом значение площадей в целом характеризует особенности параметров НМС женщин, проживающих в условиях Севера России. В рамках этих результатов предлагаются подобные тесты по параметрам треморограмм, которые можно использовать в практической деятельности тренера и медицинского работника. Последний, по параметрам

Me, может изменять эффективность выполняемых физических нагрузок на протяжении всей жизни.

Очевидно, что вариант Б гарантирует человеку хорошую продолжительность жизни на Севере. Вариант А, наоборот, характеризует низкое качество регуляции нервно-мышечной системы, и это требует усиления функций подготовки человека с применением различных внешних нагрузок для регуляции НМС. Оказалось, что большинство испытуемых демонстрируют вариант А, что определяется, вероятно, высокой гипокинезией человека на Севере.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 15-41-00034 р_урал_а «Разработка новых информационных моделей и вычислительных алгоритмов для идентификации параметров порядка в описании и прогнозах сложных медико-биологических систем».

Таблица 2

Площади ($S \times 10^{-6}$) квазиаттракторов выборок треморограмм испытуемого Б ($N = 15, n = 15$)

№	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀	C ₁₁	C ₁₂	C ₁₃	C ₁₄	C ₁₅
1	0,23	0,08	0,07	0,96	0,26	0,23	0,12	0,11	0,15	0,04	0,15	0,07	0,11	0,15	0,07
2	0,09	0,19	0,13	0,10	0,08	0,74	0,06	0,09	0,03	0,08	0,75	0,16	0,14	0,04	0,07
3	0,17	0,22	0,39	0,08	0,04	0,13	0,08	0,10	0,02	0,75	0,04	0,07	0,25	0,08	0,13
4	0,29	0,34	0,07	0,20	0,09	0,16	0,13	0,07	0,03	0,05	0,10	0,13	0,23	0,08	0,15
5	0,26	0,70	0,27	0,94	0,17	0,39	0,26	0,38	0,35	0,27	0,63	0,11	0,60	0,30	0,37
6	0,15	0,20	0,10	0,16	0,14	0,09	0,09	0,06	0,08	0,15	0,10	0,23	0,05	0,06	0,07
7	0,58	0,13	0,11	0,30	0,21	0,09	0,07	0,05	0,05	0,10	0,30	0,14	0,07	0,06	0,04
8	0,27	0,30	0,12	0,24	0,10	0,29	0,11	0,36	0,30	0,05	0,30	0,18	0,20	0,96	0,14
9	0,27	0,30	0,12	0,24	0,10	0,29	0,11	0,36	0,30	0,05	0,30	0,18	0,20	0,96	0,14
10	0,30	0,45	0,36	0,37	0,43	0,46	0,39	0,34	0,24	0,34	0,51	0,24	0,07	0,35	0,22
11	0,19	0,06	0,19	0,10	0,17	0,14	0,27	0,06	0,14	0,32	0,11	0,24	0,06	0,17	0,16
12	0,18	0,27	0,08	0,10	0,16	0,23	0,05	0,05	0,12	0,05	0,09	0,09	0,05	0,05	0,09
13	0,15	0,09	0,15	0,15	0,07	0,23	0,06	0,09	0,06	0,10	0,15	0,06	0,05	0,04	0,11
14	0,55	0,33	0,15	0,13	0,16	0,11	0,26	0,32	0,11	0,10	0,10	0,13	0,08	0,06	0,12
15	0,36	0,38	0,22	0,28	0,27	0,28	0,45	0,16	0,37	0,21	0,27	0,23	0,40	0,42	0,23
Me	0,26	0,27	0,13	0,20	0,16	0,23	0,11	0,10	0,12	0,10	0,15	0,14	0,11	0,08	0,13
5%	0,09	0,06	0,07	0,08	0,04	0,09	0,05	0,05	0,02	0,04	0,04	0,06	0,05	0,04	0,04
95%	0,58	0,70	0,39	0,96	0,43	0,74	0,45	0,38	0,37	0,75	0,04	0,24	0,60	0,96	0,37

Список литературы

1. Бетелин В. Б., Еськов В. М., Галкин В. А., Гавриленко Т. В. Стохастическая неустойчивость в динамике поведения сложных гомеостатических систем // Доклады академии наук. 2017. Т. 472, № 6. С. 1–3.
2. Гараева Г. Р., Еськов В. М., Еськов В. В., Гудков А. Б., Филатова О. Е., Химикина О. И. Хаотическая динамика кардиоинтервалов трёх возрастных групп представителей коренного населения Югры // Экология человека. 2015. № 9. С. 50–55.
3. Гудков А. Б., Теддер Ю. Р., Дёгтева Г. Н. Некоторые особенности физиологических реакций организма рабочих при экспедиционно-вахтовом методе организации труда в Заполярье // Физиология человека. 1996. Т. 22, № 4. С. 137–142.
4. Гудков А. Б., Попова О. Н., Никанов А. Н. Адаптивные реакции внешнего дыхания у работающих в условиях Европейского Севера // Медицина труда и промышленная экология. 2010. № 4. С. 24–27.
5. Еськов В. М., Филатова О. Е., Проворова О. В., Химикина О. И. Нейроэмуляторы при идентификации параметров порядка в экологии человека // Экология человека. 2015. № 5. С. 57–64.
6. Еськов В. М., Еськов В. В., Гавриленко Т. В., Вохмина Ю. В. Формализация эффекта «Повторение без Повторения» Н. А. Бернштейна // Биофизика. 2017. Т. 62, № 1. С. 168–176.
7. Копытова Н. С., Гудков А. Б. Сезонные изменения функционального состояния системы внешнего дыхания у жителей Европейского Севера России // Экология человека. 2007. № 10. С. 41–43.
8. Никитин Ю. П., Хаснулин В. И., Гудков А. Б. Современные проблемы северной медицины и усилия учёных по их решению // Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия: Медико-биологические науки. 2014. № 3. С. 63–72.
9. Русак С. Н., Еськов В. В., Молягов Д. И., Филатова О. Е. Годовая динамика погодно-климатических факторов и здоровье населения Ханты-Мансийского автономного округа // Экология человека. 2013. № 11. С. 19–24.
10. Сарычев А. С., Гудков А. Б., Попова О. Н., Ивченко Е. В., Беляев В. Р. Характеристика компенсаторно-приспособительных реакций внешнего дыхания у нефтяников в динамике экспедиционно-вахтового режима труда в Заполярье // Вестник Российской военно-медицинской академии. 2011. № 3 (35). С. 163–166.
11. Филатова О. Е., Проворова О. В., Волохова М. А. Оценка вегетативного статуса работников нефтегазодобывающей промышленности с позиции теории хаоса и самоорганизации // Экология человека. 2014. № 6. С. 16–19.
12. Чащин В. П., Ковшов А. А., Гудков А. Б., Моргунов Б. А. Социально-экономические и поведенческие факторы риска нарушений здоровья среди коренного населения Крайнего Севера // Экология человека. 2016. № 6. С. 3–8.
13. Eskov V. M., Eskov V. V., Braginskii M. Ya., Pashnin A. S. Determination of the degree of synergism of the human cardiorespiratory system under conditions of physical effort // Measurement Techniques. 2011. Vol. 54, N 7. P. 832–837.
14. Eskov V. M., Gavrilenko T. V., Kozlova V. V., Filatov M. A. Measurement of the dynamic parameters of microchaos in the behavior of living biosystems // Measurement Techniques. 2012. Vol. 55, N 9. P. 1096–1101.
15. Eskov V. M., Gavrilenko T. V., Vokhmina Y. V., Zimin M. I., Filatov M. A. Measurement of chaotic dynamics for

two types of tapping as voluntary movements // Measurement Techniques. 2014. Vol. 57, N 6. P. 720–724.

16. Eskov V. M. Evolution of the emergent properties of three types of societies: The basic law of human development // Emergence: Complexity and Organization. 2014. Vol. 16, N 2. P. 107–115.

17. Eskov V. M., Eskov V. V., Gavrilenko T. V., Zimin M. I. Uncertainty in the quantum mechanics and biophysics of complex systems // Moscow University Physics Bulletin. 2014. Vol. 69, N 5. P. 406–411.

18. Eskov V. M., Eskov V. V., Gavrilenko T. V., Vokhmina J. V. Biosystem kinematics as evolution: stationary modes and movement speed of complex systems: complexity // Moscow University Physics Bulletin. 2015. Vol. 70, N 2. P. 140–152.

19. Gavrilenko T. V., Eskov V. M., Khadartsev A. A., Sokolova A. A. New methods for gerontology in the longevity projections of the indigenous population of Ugra // Successes of Gerontology. 2014. Vol. 27, N 1. P. 30–36.

20. Vokhmina, Y. V., Eskov V. M., Gavrilenko T. V., Filatova O. E. Medical and biological measurements: Measuring order parameters based on neural network technologies // Measurement Techniques. 2015. № 58 (4), A018. P. 65–68.

References

1. Betelin V. B., Eskov V. M., Galkin V. A., Gavrilenko T. V. The principle of uncertainty in the dynamics of the behavior of complex homeostatic systems. *Doklady akademii nauk* [Doklady Mathematics]. 2017, 472 (6), pp. 1–3. [in Russian]
2. Garaeva G. R., Eskov V. M., Eskov V. V., Gudkov A. B., Filatova O. E., Khimikova O. I. Chaotic dynamics of cardiointervals in three age groups of indigenous people of Ugra. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2015, 9, pp. 50–55. [in Russian]
3. Gudkov A. B., Tedder Yu. R., Degteva G. N. Some Features of Physiological Responses in Expedition and Rotational Workers in the Arctic. *Fiziologiya cheloveka* [Human Physiology]. 1996, 22 (4), pp. 137–142. [in Russian]
4. Gudkov A. B., Popova O. N., Nikanov A. N. Adaptive reactions of external respiration in persons working in European North conditions. *Meditina truda i promyshlennaya ekologiya* [Occupational Medicine and Industrial Ecology]. 2010, 4, pp. 24–27. [in Russian]
5. Eskov V. M., Filatova O. E., Provorova O. V., Khimikova O. I. Neural emulators in identification of order parameters in human ecology. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2015, 5, pp. 57–64. [in Russian]
6. Eskov V. M., Eskov V. V., Gavrilenko T. V., Vokhmina Yu. V. Formalization of the Effect of “Repetition without Repetition” by N. A. Bernstein. *Biofizika* [Biofizika]. 2017, 62 (1), pp. 168–176. [in Russian]
7. Kopytova N. S., Gudkov A. B. Seasonal behavior of ventilation system functional status among residents of European North of Russia. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2007, 10, pp. 41–43. [in Russian]
8. Nikitin Yu. P., Khasnulin V. I., Gudkov A. B. Contemporary problems of Northern medicine and researchers' efforts to solve them. *Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) federal'nogo universiteta. Seriya: Mediko-biologicheskie nauki* [Vestnik of northern (arctic) federal university. Series: Medical and biological sciences]. 2014, 3, pp. 63–72. [in Russian]
9. Rusak S. N., Eskov V. V., Molyagov D. I., Filatova O. E. Annual dynamics of climatic factors and population health in Khanty-Mansiysk autonomous area. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2013, 11, pp. 19–24. [in Russian]

10. Sarychev A. S., Gudkov A. B., Popova O. N., Ivchenko E. V., Beljaev V. R. Characteristics of compensatory-adaptive reactions of external respiration at oil industry workers in dynamics expeditionary rotational team work in the Polar region. *Vestnik Rossiiskoi voenno-meditsinskoi akademii* [Bulletin of Russian military-medicine academy]. 2011, 3 (35), pp. 163-166. [in Russian]
11. Filatova O. E., Provorova O. V., Volokhova M. A. Assessment of vegetative status of oil-and-gas industry workers from perspective of chaos and self-organization theory. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2014, 6, pp. 16-19. [in Russian]
12. Chashchin V. P., Kovshov A. A., Gudkov A. B., Morgunov B. A. Socioeconomic and behavioral risk factors of disabilities among the indigenous population in the far north. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2016, 6, pp. 3-9. [in Russian]
13. Eskov V. M., Eskov V. V., Braginskii M. Ya., Pashnin A. S. Determination of the degree of synergism of the human cardiorespiratory system under conditions of physical effort. *Measurement Techniques*. 2011, 54 (7), pp. 832-837.
14. Eskov V. M., Gavrilenko T. V., Kozlova V. V., Filatov M. A. Measurement of the dynamic parameters of microchaos in the behavior of living biosystems. *Measurement Techniques*. 2012, 55 (9), pp. 1096-1101.
15. Eskov V. M., Gavrilenko T. V., Vokhmina Y. V., Zimin M. I., Filatov M. A. Measurement of chaotic dynamics for two types of tapping as voluntary movements. *Measurement Techniques*. 2014, 57 (6), pp. 720-724.
16. Eskov V. M. Evolution of the emergent properties of three types of societies: The basic law of human development. *Emergence: Complexity and Organization*. 2014, 16 (2), pp. 107-115.
17. Eskov V. M., Eskov V. V., Gavrilenko T. V., Zimin M. I. Uncertainty in the quantum mechanics and biophysics of complex systems. *Moscow University Physics Bulletin*. 2014, 69 (5), pp. 406-411.
18. Eskov V. M., Eskov V. V., Gavrilenko T. V., Vokhmina J. V. Biosystem kinematics as evolution: stationary modes and movement speed of complex systems: complexity. *Moscow University Physics Bulletin*. 2015, 70 (2), pp. 140-152.
19. Gavrilenko T. V., Eskov V. M., Khadartsev A. A., Sokolova A. A. New methods for gerontology in the longevity projections of the indigenous population of Ugra. *Successes of Gerontology*. 2014, 27 (1), pp. 30-36.
20. Vokhmina Y. V., Eskov V. M., Gavrilenko T. V., Filatova O. E. Medical and biological measurements: Measuring order parameters based on neural network technologies. *Measurement Techniques*. 2015, 58 (4), A018, pp. 65-68.

Контактная информация:

Еськов Валерий Матвеевич — доктор физико-математических наук, доктор биологических наук, профессор, зав. научно-исследовательской лабораторией биокибернетики и биофизики сложных систем Института естественных и технических наук БУ ВО «Сургутский государственный университет», заслуженный деятель науки Российской Федерации

Адрес: 628412, Ханты-Мансийский автономный округ — Югра, г. Сургут, пр. Ленина, 1

E-mail: yuliya-bashkatova@yandex.ru