

НОВЫЕ ИНВАРИАНТЫ В ОЦЕНКЕ СИСТЕМ ТРЕТЬЕГО ТИПАО.Е. ФИЛАТОВА¹, В.В. КОЗЛОВА¹, В.В. ЕСЬКОВ², Л.С. ШАКИРОВА¹¹ФГУ «ФНЦ Научно-исследовательский институт системных исследований Российской академии наук», г. Москва, Россия, 117218, E-mail: firing.squad@mail.ru²БУ ВО «Сургутский государственный университет», ул. Ленина, 1, Сургут, Россия, 628400

Аннотация. В 1948 году *W. Weaver* предложил глобальную классификацию всех систем природы, в которой живые системы были особыми системами третьего типа. За последние 20 лет усилиями научной школы В.М. Еськова был доказан эффект статистической неустойчивости выборок различных параметров x_i вектора состояния $x=x(t)=(x_1, x_2, \dots, x_m)^T$ организма человека. Это реально выделило живые системы в особые системы, которые не описываются в рамках детерминизма или стохастики. Тогда возникает глобальная проблема описания таких систем и нахождения новых инвариант (при неизменном физиологическом состоянии). В итоге мы приходим к расчету параметров псевдоаттракторов в двумерном фазовом пространстве состояний. Оказалось, что площади этих псевдоаттракторов статистически не изменяются при неизменном состоянии организма испытуемого.

Ключевые слова: хаос, псевдоаттракторы, эффект Еськова-Зинченко.

ESTIMATION OF THIRD TYPES SYSTEMS ACCORDING TO NEW INVARIANTSО.Е. FILATOVA¹, V.V. KOZLOVA¹, V.V. ESKOV², L.S. SHAKIROVA¹¹Federal Science Center Scientific-research Institute for System Studies of the Russian Academy of Sciences, Nakhimovsky pr., 36, Moscow, Russia, 117218, e-mail: firing.squad@mail.ru²Surgut State University, Lenina, 1, Surgut, Russia, 628400

Abstract. In 1948 y. *W. Weaver* present the global classification of all nature systems. The new classification presented all living systems as a new third type of systems. Last 20 years scientific school of Professor *V.M Eskov* was proved the new stochastic effect of instability of such a systems. The systems in on object of traditional science if we want describe the state vector $x=x(t)=(x_1, x_2, \dots, x_m)^T$ of human body. So the living system is not object of deterministic or stochastic science. Now we have real global problem for description of the third type of systems and we need new invariants for such description. So we need the calculation of pseudoattractors parameters in phase of space with two-dimensional. Now we prove that the square of such pseudoattractors does not changes if we have stable state of human body.

Keywords: chaos, pseudoattractors, Eskov-Zinchenko effect.

Введение. В 1947 году Н.А. Бернштейн выдвинул гипотезу о «повторении без повторений» в биомеханике. На следующий год *W. Weaver* предложил вообще выделить живые системы в особый класс систем третьего типа (СТТ), которые существенно отличаются от детерминистских и стохастических систем [27]. Однако ни Н.А. Бернштейн [16], ни *W. Weaver* [27] не предложили количественного описания таких систем СТТ. Они не представили их особых свойств и за эти более 70 лет никем не была создана теория (и модели) для описания СТТ.

Сейчас СТТ определяют как *complexity*, но их относят к динамическому хаосу Лоренца, что не соответствует действительности. СТТ – живые системы не могут описываться моделями динамического хаоса Лоренца [3-10, 29]. Тогда возникает фундаментальная проблема всей науки о живом: как можно моделировать стационарные и динамические режимы поведения СТТ? Подчеркнем, что за последние 20 лет был доказан эффект Еськова-Зинченко (ЭЗ) для живых систем. В этом ЭЗ нет статистической устойчивости выборок параметров $x_i(t)$ любых компонент вектора состояния организма $x=x(t)=(x_1, x_2, \dots, x_m)^T$

в m -мерном фазовом пространстве состояний – ФПС [1-7, 11-15].

1. Статистическая неустойчивость выборок и инварианты.

Напомним, что в эффекте Еськова-Зинченко при организации движений была доказана статистическая неустойчивость выборок *тремограмм* (ТМГ) и *теппинграмм* (ТПГ) [5-7, 19]. Однако сейчас этот ЭЕЗ мы распространяем и на многие другие параметры $x_i(t)$ вектора состояния организма $x(t)$. Это означает, что выборки у одного и того же человека статистически не совпадают, при этом человек находится в одном, неизменном физиологическом состоянии. Отметим, что в физиологии *сердечно-сосудистой системы* (ССС) человека сейчас активно используются различные статистические методы. Если статистика не эффективна, то что тогда использовать при изучении ССС?

Действительно, если у одного и того же испытуемого (мы проанализировали *кардиоинтервалы* (КИ) у нескольких сот человек) многократно повторяя регистрировать выборки КИ, то можно

построить матрицы парных сравнений выборок КИ и найти число k для i -й и j -й выборок сравнений Вилкоксона $p_{i,j} \geq 0,05$. В этом случае, такие две выборки могут иметь одну, общую генеральную совокупность. Тогда можно говорить о статистическом совпадении таких двух выборок КИ.

Для примера мы представляем характерную такую матрицу, где число k невелико ($k=12$) и это означает потерю статистической устойчивости выборок. Отметим, что в статистике обычно требуют более 95% статистических совпадений. У нас в табл. 1 мы имеем менее 20% статистических совпадений и это разные пары. Иными словами, статистика не работает, т.к. любая выборка КИ будет уникальной, выборки КИ (от одного испытуемого в неизменном состоянии) не совпадают статистически. Аналогичные результаты мы получаем и для *спектральных плотностей сигнала* (СПС), *автокорреляций* ($A(t)$) и других статистических характеристик ритмики сердца [17-26, 28].

Таблица 1

Уровни значимости (P) для попарных сравнений 15-ти выборок параметров кардиоинтервалов (NN) испытуемой (в спокойном состоянии) с помощью непараметрического критерия Вилкоксона, число совпадений $k = 12$

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1			0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,00		0,00	0,00	0,94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,07	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,94	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,94	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,01	0,60	0,30	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01		0,00	0,03	0,00	0,00	0,17	0,02	0,06
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60	0,00		0,40	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	0,03	0,40		0,00	0,00	0,25	0,00	0,00
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
12	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,17	0,01	0,25	0,00	0,00		0,00	0,04
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,83
15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,83	

Подчеркнем, что этот статистический хаос (ЭЕЗ) мы получаем у одного испытуемого, в его неизменном состоянии. Как тогда диагностировать реальные

изменения в организме (при физических нагрузках, заболевании и т.д.), если выборки КИ, их СПС, $A(t)$ не совпадают уже в спокойном состоянии? Какие

инварианты мы можем тогда предложить для всей биомедицины? Работа с разовыми (уникальными) выборками далее невозможна, т.к. они не дают объективную информацию о неизменности организма или его изменении [19].

2. Новое понимание *complexity*.

За последние 30-40 лет в науке сложилось мнение, что *complexity* связано с возникновением хаоса в биосистемах или любых других природных и технических системах. Однако, динамический хаос Лоренца не имеет никакого отношения к динамике поведения биосистем. Например, при исследовании ССС мы доказываем наличие статистической устойчивости выборок и эффект *Еськова-Зинченко* (ЭЭЗ). В этом ЭЭЗ мы не можем получить повторения выборок КИ, их СПС, $A(t)$ и других статистических характеристик. В рамках стохастики мы приходим к уникальности выборок и это уже реальная *complexity*.

Напомним, что в динамическом хаосе Лоренца мы должны многократно повторять начальные параметры вектора

$x(t_0)$, т.е. в момент времени t_0 . Однако, для систем *третьего типа* (СТТ)-*complexity*, мы не можем произвольно повторить $x(t_0)$ и любое другое состояние, включая конечное состояние $x(t_k)$. В итоге мы не можем записать какие-либо уравнения для описания СТТ и не можем указать одну выборку, которая бы описывала точно СТТ [19, 21, 29].

В итоге мы приходим к неопределенности двух типов и расчету параметров *псевдоаттракторов* (ПА). Только в этом случае мы можем получить инварианты при неизменном физиологическом состоянии. Подчеркнем, что расчет параметров ПА (в виде площади S) мы производим по формуле $S = \Delta x_1 \cdot \Delta x_2$, где Δx_1 – вариационный размах для параметра ССС (у нас это КИ), а Δx_2 – вариационный размах для скорости изменения x_1 (или для его приращения). В итоге мы для каждой выборки будем иметь свою площадь $S_{i,j,l}$, где i – номер испытуемого, j – номер серии, l – номер выборки в этой серии.

Таблица 2

Матрица парных сравнений выборок S для псевдоаттракторов испытуемой (без нагрузки, число повторов $n=15$), использовался критерий Вилкоксона (значимость $p < 0,05$, число совпадений $k_l=94$)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		0,1	0,6	0,5	0,0	0,9	0,7	0,1	0,8	0,6	1,0	0,1	0,1	0,0	0,1
2	0,1		0,0	0,1	0,6	0,1	0,3	0,5	0,4	0,5	0,1	0,8	0,8	0,8	0,9
3	0,6	0,0		0,6	0,0	0,7	0,4	0,0	0,6	0,6	0,8	0,0	0,0	0,0	0,1
4	0,5	0,1	0,6		0,0	0,7	0,5	0,0	0,2	0,9	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0
5	0,0	0,6	0,0	0,0		0,1	0,2	0,5	0,2	0,1	0,1	0,4	0,7	0,4	0,6
6	0,9	0,1	0,7	0,7	0,1		0,1	0,0	0,5	0,9	0,9	0,2	0,1	0,1	0,2
7	0,7	0,3	0,4	0,5	0,2	0,1		0,0	0,6	0,9	0,8	0,2	0,0	0,1	0,2
8	0,1	0,5	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0		0,1	0,3	0,0	0,4	0,5	0,2	1,0
9	0,8	0,4	0,6	0,2	0,2	0,5	0,6	0,1		0,9	0,8	0,8	0,5	0,5	0,5
10	0,6	0,5	0,6	0,9	0,1	0,9	0,9	0,3	0,9		0,8	0,5	0,0	0,5	0,6
11	1,0	0,1	0,8	0,5	0,1	0,9	0,8	0,0	0,8	0,8		0,4	0,0	0,2	0,2
12	0,1	0,8	0,0	0,0	0,4	0,2	0,2	0,4	0,8	0,5	0,4		0,7	0,6	0,7
13	0,1	0,8	0,0	0,0	0,7	0,1	0,0	0,5	0,5	0,0	0,0	0,7		0,7	0,9
14	0,0	0,8	0,0	0,0	0,4	0,1	0,1	0,2	0,5	0,5	0,2	0,6	0,7		0,6
15	0,1	0,9	0,1	0,0	0,6	0,2	0,2	1,0	0,5	0,6	0,2	0,7	0,9	0,6	

Если для испытуемого зарегистрировать 225 выборок КИ, то мы получим 15 серий, в каждой из которой содержится по 15 выборок. В итоге мы получим 15 выборок площадей ПА в каждой такой серии и тогда

можно построить матрицу парных сравнений выборок размеров площадей в виде таблицы 15x15. Мы произвели такие расчеты и построили две матрицы парных сравнений выборок площадей $S_{i,j,l}$ для

каждого испытуемого из группы в 15 человек до физической нагрузки и после 30-ти приседаний. В итоге мы получили матрицу в виде табл. 2.

Подчеркнем, что в спокойном состоянии матрица парных сравнений 15-ти выборок площадей псевдоаттракторов обычно показывает число пар k с критерием Вилкоксона $p \geq 0,05$ более 90% ($k \geq 90\%$). После нагрузки обычно k_2 снижается до 80% и ниже. Именно это мы и наблюдаем в табл. 2 (в исходной матрице

$k_1=94$ из 105 пар). Таким образом, физическая нагрузка увеличивает долю хаоса не только в самих выборках КИ, но и в выборках площадей псевдоаттракторов по фазовым портретам КИ. Подчеркнем, что сами псевдоаттракторы существенно различаются при сравнении серии выборок S до и после нагрузки. В качестве примера мы представляем два набора площадей S одного испытуемого до и после нагрузки. Табл. 3 демонстрирует эти различия.

Таблица 3

Средние значения 15-ти серий площадей S псевдоаттракторов для кардиоинтервалов (КИ) испытуемой

№ серии опыта	$\langle S_1 \rangle * 10^3$, у.е.	$\langle S_2 \rangle * 10^3$, у.е.
	До нагрузки	После нагрузки
1	129	553
2	276	295
3	87	166
4	95	342
5	279	281
6	106	84
7	141	118
8	372	267
9	198	87
10	233	81
11	108	144
12	266	100
13	179	139
14	140	197
15	198	201
$\langle S \rangle$	187	204
σ, \pm	0,32	0,37

Заключение. Многократные повторные измерения параметров КИ у одного и того же испытуемого показывают крайне низкую долю стохастичности в оценке ССС. Табл. 1 и другие матрицы парных сравнений обычно показывают $k < 20\%$. Однако, расчет площадей псевдоаттракторов демонстрируют устойчивую картину. Матрицы парных сравнений S доказывают статистическую устойчивость этих S .

Более того, площади S резко изменяются после изменения

физиологического состояния испытуемого (у нас после 30-ти приседаний). Оказалось, что матрица парных сравнений выборок S для ПА показывает снижение доли стохастичности до 80% (и ниже). При этом резко изменяются сами площади S , что демонстрирует табл. 3. В целом и площадь S , и матрицы парных сравнений этих S свидетельствуют о высокой информационной значимости новых методов теории хаоса-самоорганизации. Расчет S для ПА объективно показывает состояние ССС.

Благодарности.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №18-07-00161 А «Разработка вычислительной системы мониторинга и моделирования параметров организма жителей Севера РФ».

Литература

1. Еськов В.М., Филатов М.А., Добрынин Ю.В., Еськов В.В. Оценка эффективности лечебного воздействия на организм человека с помощью матриц расстояний // Информатика и системы управления. – 2010. – № 2(24). – С. 105-108.
2. Еськов В.В., Башкатова Ю.В., Соколова А.А. Оценка степени синергизма в динамике кардиореспираторной системы // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2017. – № 1. – С. 87-96.
3. Еськов В.В., Филатова О.Е., Башкатова Ю.В., Филатова Д.Ю., Иляшенко Л.К. Особенности возрастных изменений кардиоинтервалов у жителей Севера России // Экология человека. – 2019. – № 2. – С. 21-26.
4. Еськов В.М., Галкин В.А., Хвостов Д.Ю., Ерега И.Р. Проблема компартментно-кластерного моделирования биосистем // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2019. – № 2. – С. 61-70.
5. Еськов В.М., Филатова О.Е., Полухин В.В., Нувальцева Я.Н., Веденева Т.С. Новое понимание статичности в биомеханике и проблема стандартов гомеостаза // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2019. – № 3. – С.22-31.
6. Зилов В.Г., Киричук В.Ф., Фудин Н.А. Экспериментальное обоснование иерархической организации хаоса в нервно-мышечной физиологии // Вестник новых медицинских технологий. – 2019. – Т. 26, № 1. – С. 133-136.
7. Зинченко Ю.П., Еськов В.М., Филатов М.А., Григорьева С.В. Стохастика и хаос в организации движений // Вестник новых медицинских технологий. – 2019. – Т. 26, № 2. – С. 101-106.
8. Зинченко Ю.П., Еськов В.М., Филатов М.А., Григорьева С.В. Квантово-механический подход в изучении сознания // Вестник новых медицинских технологий. – 2019. – Т. 26, № 2. – С. 111-117.
9. Ивахно Н.В., Гумарова О.А., Лупынина Е.Ю., Воробей О.А., Афаневич И.А. Оценка параметров треморограмм с позиций теории хаоса-самоорганизации // Вестник новых медицинских технологий. – 2019. – Т. 26, № 3. – С. 117-121.
10. Киричук В.Ф., Филатов М.А., Григорьева С.В., Мельникова Е.Г., Тагирова Е.Д. Квантово-механический подход в изучении сознания // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2019. – № 1. – С. 5-15.
11. Филатов М.А., Иляшенко Л.К., Макеева С.В. Психофизиологические параметры учащихся в условиях трансширотных перемещений // Экология человека. – 2019. – № 4. – С. 18-24.
12. Филатова Д.Ю., Башкатова Ю.В., Филатов М.А., Иляшенко Л.К. Анализ параметров деятельности сердечно-сосудистой системы у школьников в условиях широтных перемещений // Экология человека. – 2018. – № 4. – С. 30-35.
13. Филатова О.Е., Башкатова Ю.В., Мельникова Е.Г., Воробей О.А. Фазовые портреты нейровегетативной системы человека на Севере РФ // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2019. – № 3. – С. 14-21.
14. Филатова О.Е., Башкатова Ю.В., Мельникова Е.Г., Чемпалова Л.С. Параметры кардиоинтервалов женщин Севера РФ при дозированных нагрузках // Клиническая медицина и фармакология. – 2019. – Т. 5, № 4. – С. 6-10.
15. Пятин В.Ф., Еськов В.В., Миллер А.В., Ермак О.А. Стохастика и хаос в нейросетях мозга // Клиническая медицина и фармакология. – 2018. – Т. 4, № 4. – С. 14-19.

16. Bernshtein N.A. The coordination and regulation of movements // Oxford, New York, Pergamon Press. – 1967. – 196 p.
17. Churchland M.M, Cunningham J.P., Kaufman M.T, Foster J. D., Nuyujukian P, Ryu S. I., Shenoy K. V. Neural population dynamics during reaching // Nature. – 2012. – Vol. 487. – Pp. 51-58.
18. Eskov V.M., Bazhenova A.E., Ilyashenko L.K., Grigorieva S.V. Effect of cold on involuntary movements in men with different levels of physical fitness in the Russian North // Human ecology. – 2019. – Vol. 6. – Pp. 39-44.
19. Eskov V.V., Filatova D.Y., Ilyashenko L.K., Vochmina Y.V. Classification of uncertainties in modeling of complex biological systems // Moscow university physics bulletin. – 2019. – Vol. 74(1). – Pp. 57-63.
20. Eskov V.V., Filatova O.E., Bashkanova Y.V., Filatova D.Y., Ilyashenko L.K. Age-related changes in heart rate variability among residents of The Russian North // Human ecology. – 2019. – Vol. 2. – Pp. 21-26.
21. Kolosova A.I., Filatov M.A., Maistrenko E.V., Ilyashenko L.K. An analysis of the attention indices in students from Surgut and Samara oblast from the standpoint of stochastics and chaos // Biophysics. – 2019. – Vol. 64(4). – Pp. 662–666.
22. Prigogine I.R. The End of Certainty: Time, Chaos, and the New Laws of Nature (Free Press, 1996).
23. Filatov M.A., Ilyashenko L.K., Makeeva S.V. Psychophysiological parameters of students before and after translatitude travels // Human ecology. – 2019. – Vol. 4. – Pp. 18-24.
24. Filatov M.A., Ilyashenko L.K., Kolosova A.I., Makeeva S.V. Stochastic and chaotic analysis of students' attention parameters of different ecological zones // Human ecology. – 2019. – Vol. 7. – Pp. 11-16.
25. Filatova O.E., Berestin D.K., Ilyashenko L.K., Bashkatova Y.V. The influence of hypothermia on the parameters of the electromyogram at low muscle tone state // Human ecology. – 2019. – Vol. 5. – Pp. 43-48.
26. Filatova O.E., Bashkatova Y.V., Filatova D.Y., Ilyashenko L.K. Human organism in the conditions of homeostatic dynamics of meteorological parameters of the Russian north // Human ecology. – 2019. – Vol. 9. – Pp. 24-30.
27. Weaver W. Science and Complexity // American Scientist. – 1948. – Vol. 36(4). – Pp. 536-544.
28. Zilov V.G., Khadartsev A. A., Eskov V.M., Ilyashenko L.K. New effect in physiology of human nervous muscle system // Bulletin of experimental biology and medicine. – 2019. – Vol. 167(4). – Pp. 419-423.
29. Zilov V.G., Khadartsev A.A., Eskov V.V., Ilyashenko L.K., Kitanina K.Yu. Examination of statistical instability of electroencephalograms // Bulletin of experimental biology and medicine. – 2019. – Vol. 168(7). – Pp. 5-9.

References

1. Es'kov V.M., Filatov M.A., Dobrynin Yu.V., Es'kov V.V. Otsenka effektivnosti lechebnogo vozdeistviya na organizm cheloveka s pomoshch'yu matrits rasstoyanii [Evaluation of the effectiveness of therapeutic effects on the human body using distance matrices] // Informatika i sistemy upravleniya [Information science and control systems]. – 2010. – No. 2(24). – S. 105-108.
2. Es'kov V.V., Bashkatova Yu.V., Sokolova A.A. Otsenka stepeni sinergizma v dinamike kardiorespiratornoi sistemy [Assessment of the degree of synergism in the dynamics of the cardiorespiratory system] // Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2017. – No. 1. – S. 87-96.
3. Es'kov V.V., Filatova O.E., Bashkatova Yu.V., Filatova D.Yu., Ilyashenko L.K. Osobennosti vozrastnykh izmenenii kardiointervalov u zhitelei Severa Rossii [Features of age-related changes in cardio intervals in the inhabitants of the North of Russia] // Ekologiya cheloveka [Human Ecology]. – 2019. – No. 2. – S. 21-26.

4. Es'kov V.M., Galkin V.A., Khvostov D.Yu., Erega I.R. Problema kompartmentno-klasternogo modelirovaniya biosistem [The problem of compartment-cluster modeling of biosystems] // Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2019. – No. 2. – S. 61-70.
5. Es'kov V.M., Filatova O.E., Polukhin V.V., Nuval'tseva Ya.N., Vedeneeva T.S. Novoe ponimanie statichnosti v biomekhanike i problema standartov gomeostaza [A new understanding of static in biomechanics and the problem of standards for homeostasis] // Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2019. – No. 3. – S. 22-31.
6. Zilov V.G., Kirichuk V.F., Fudin N.A. Eksperimental'noe obosnovanie ierarkhicheskoi organizatsii khaosa v nervno-myshechnoi fiziologii [Experimental substantiation of the hierarchical organization of chaos in neuromuscular physiology] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii [Bulletin of new medical technologies]. – 2019. – T. 26, No. 1. – S. 133-136.
7. Zinchenko Yu.P., Es'kov V.M., Filatov M.A., Grigor'eva S.V. Stokhastika i khaos v organizatsii dvizhenii [Stochastics and chaos in the organization of movements] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii [Bulletin of new medical technologies]. – 2019. – T. 26, No. 2. – S. 101-106.
8. Zinchenko Yu.P., Es'kov V.M., Filatov M.A., Grigor'eva S.V. Kvantovomekhanicheskii podkhod v izuchenii soznaniya [Quantum-mechanical approach to the study of consciousness] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii [Bulletin of new medical technologies]. – 2019. – T. 26, No. 2. – S. 111-117.
9. Ivakhno N.V., Gumarova O.A., Lupynina E.Yu., Vorobei O.A., Afanevich I.A. Otsenka parametrov tremorogramm s pozitsii teorii khaosa-samoorganizatsii // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii [Bulletin of new medical technologies]. – 2019. – T. 26, No. 3. – S. 117-121.
10. Kirichuk V.F., Filatov M.A., Grigor'eva S.V., Mel'nikova E.G., Tagirova E.D. Kvantovomekhanicheskii podkhod v izuchenii soznaniya [Quantum-mechanical approach to the study of consciousness] // Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2019. – No. 1. – S. 5-15.
11. Filatov M.A., Ilyashenko L.K., Makeeva S.V. Psikhofiziologicheskie parametry uchashchikhsya v usloviyakh transshirotnykh peremeshchenii [Psychophysiological parameters of students in trans-latitudinal movements] // Ekologiya cheloveka [Human ecology]. – 2019. – No. 4. – S. 18-24.
12. Filatova D.Yu., Bashkatova Yu.V., Filatov M.A., Ilyashenko L.K. Analiz parametrov deyatel'nosti serdechnosudustoi sistemy u shkol'nikov v usloviyakh shirotnykh peremeshchenii [Analysis of the parameters of the cardiovascular system in schoolchildren in conditions of latitudinal movements] // Ekologiya cheloveka [Human ecology]. – 2018. – No. 4. – S. 30-35.
13. Filatova O.E., Bashkatova Yu.V., Mel'nikova E.G., Vorobei O.A. Fazovye portrety neirovegetativnoi sistemy cheloveka na Severe RF [Phase portraits of the human neurovegetative system in the North of the Russian Federation] // Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2019. – No. 3. – S. 14-21.
14. Filatova O.E., Bashkatova Yu.V., Mel'nikova E.G., Chempalova L.S. Parametry kardiointervalov zhenshchin Severa RF pri dozirovannykh nagruzkakh [The parameters of the cardio intervals of women in the North of the Russian Federation at dosed loads] // Klinicheskaya meditsina i farmakologiya [Clinical Medicine and Pharmacology]. – 2019. – T. 5, No. 4. – S. 6-10.
15. Pyatin V.F., Es'kov V.V., Miller A.V., Ermak O.A. Stokhastika i khaos v neirosetyakh mozga [Stochastics and chaos in brain neural networks] // Klinicheskaya meditsina i farmakologiya [Clinical Medicine and Pharmacology]. – 2018. – T. 4, No. 4. – S. 14-19.

16. Bernshtein N.A. The coordination and regulation of movements // Oxford, New York, Pergamon Press. – 1967. – 196 p.
17. Churchland M.M., Cunningham J.P., Kaufman M.T., Foster J. D., Nuyujukian P., Ryu S. I., Shenoy K. V. Neural population dynamics during reaching // Nature. – 2012. – Vol. 487. – Pp. 51-58.
18. Eskov V.M., Bazhenova A.E., Ilyashenko L.K., Grigorieva S.V. Effect of cold on involuntary movements in men with different levels of physical fitness in the Russian North // Human ecology [In Russian]. – 2019. – Vol. 6. – Pp. 39-44.
19. Eskov V.V., Filatova D.Y., Ilyashenko L.K., Vochmina Y.V. Classification of uncertainties in modeling of complex biological systems // Moscow university physics bulletin. – 2019. – Vol. 74(1). – Pp. 57-63.
20. Eskov V.V., Filatova O.E., Bashkanova Y.V., Filatova D.Y., Ilyashenko L.K. Age-related changes in heart rate variability among residents of The Russian North // Human ecology [In Russian]. – 2019. – Vol. 2. – Pp. 21-26.
21. Kolosova A.I., Filatov M.A., Maistrenko E.V., Ilyashenko L.K. An analysis of the attention indices in students from Surgut and Samara oblast from the standpoint of stochastics and chaos // Biophysics. – 2019. – Vol. 64(4). – Pp. 662–666.
22. Prigogine I.R. The End of Certainty: Time, Chaos, and the New Laws of Nature (Free Press, 1996).
23. Filatov M.A., Ilyashenko L.K., Makeeva S.V. Psychophysiological parameters of students before and after translatitude travels // Human ecology [In Russian]. – 2019. – Vol. 4. – Pp. 18-24.
24. Filatov M.A., Ilyashenko L.K., Kolosova A.I., Makeeva S.V. Stochastic and chaotic analysis of students' attention parameters of different ecological zones // Human ecology [In Russian]. – 2019. – Vol. 7. – Pp. 11-16.
25. Filatova O.E., Berestin D.K., Ilyashenko L.K., Bashkatova Y.V. The influence of hypothermia on the parameters of the electromyogram at low muscle tone state // Human ecology [In Russian]. – 2019. – Vol. 5. – Pp. 43-48.
26. Filatova O.E., Bashkatova Y.V., Filatova D.Y., Ilyashenko L.K. Human organism in the conditions of homeostatic dynamics of meteorological parameters of the Russian north // Human ecology [In Russian]. – 2019. – Vol. 9. – Pp. 24-30.
27. Weaver W. Science and Complexity // American Scientist. – 1948. – Vol. 36(4). – Pp. 536-544.
28. Zilov V.G., Khadartsev A. A., Eskov V.M., Ilyashenko L.K. New effect in physiology of human nervous muscle system // Bulletin of experimental biology and medicine. – 2019. – Vol. 167(4). – Pp. 419-423.
29. Zilov V.G., Khadartsev A.A., Eskov V.V., Ilyashenko L.K., Kitanina K.Yu. Examination of statistical instability of electroencephalograms // Bulletin of experimental biology and medicine. – 2019. – Vol. 168(7). – Pp. 5-9.