

III. МАТЕМАТИКА В ОПИСАНИИ ХАОСА И СИНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

DOI: 10.12737/2306-174X-2020-60-68

ИНВАРИАНТЫ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМ ТРЕТЬЕГО ТИПА

И.В. МИРОШНИЧЕНКО¹, В.В. ГРИГОРЕНКО², Ю.В. БАШКАТОВА³, Л.С. ШАКИРОВА³

¹ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный медицинский университет», ул. Советская, 6,
Оренбург, Россия, 460000

²БУ ВО «Сургутский государственный университет», ул. Ленина, 1, Сургут, Россия, 628400

³ФГУ «ФНЦ Научно-исследовательский институт системных исследований Российской
академии наук». Обособленное подразделение «ФНЦ НИИСИ РАН» в г. Сургуте, ул. Базовая.
34, Сургут, Россия, 628400

Аннотация. 72 года назад *W. Weaver* представил особую классификацию всех систем природы. При этом особое место в этой классификации было выделено системам третьего типа. Эти системы (как было доказано за последние 20 лет) не обладают статистической устойчивостью. Для таких систем матрицы парных сравнений получаемых подряд выборок от одного испытуемого демонстрируют отсутствие их однородности. В этой связи вводятся новые инварианты и новые модели для описания стационарных режимов или их эволюции (изменения в фазовом пространстве состояний) систем третьего типа и для описания их кинематики (движения). В фазовых пространствах состояний водится критерий существенных или несущественных изменений систем третьего типа на основе расчета параметров псевдоаттракторов, в частности их площади и координаты их центров.

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

THIRD TYPE SYSTEM PARAMETER INVARIANTS

I.V. MIROSHNICHENKO¹, V.V. GRIGORENKO², Yu.V. BASHKATOVA³, L.S. SHAKIROVA³

¹Orenburg State Medical University, Sovetskaya st., 6, Orenburg, Russia, 460000

²Surgut State University, Lenina pr., 1, Surgut, Russia, 628400

³Federal Science Center - Scientific-research Institute for System Studies of the Russian
Academy of Sciences, Bazovaya st, 34, Surgut, Russia, 628400

Abstract. More than 72 years ago, *W. Weaver* presented a specific classification of all nature systems. So very special property to systems of the third type. The systems presented special stochastic chaos for special Eskov-Zinchenko effect. In this case special matrices of pair comparisons demonstrate very low level of stochastics. The matrices demonstrate the effect of absent of statistical homogeneity. Now we present new type of invariants and new methods for such systems describe (for stable state or its evolution in phase space of state). The third type of systems present the evolution according special calculation of quasiattractors parameters. We calculate the value of quasiattractor square and coordinates of its center.

Key words: stochastics, chaos, the Eskov-Zinchenko effect.

Введение. В 1948 г. *W. Weaver* разделил все системы природы на три типа [30]. Сейчас очевидно, что системы 1-го типа описываются в рамках функционального анализа (детерминистские системы), 2-го типа – это стохастические системы, а системы третьего типа – СТТ [12] до настоящего времени не имеют своего математического аппарата и моделей [12-15]. Более того, нет и описания их особых

свойств, но они реально наблюдаются в природе [5-9].

Особые свойства СТТ (*complexity*) базируются на отсутствии статистической устойчивости любых выборок компонент вектора состояния любой биосистемы $x=x(t)=(x_1, x_2, \dots, x_m)^T$, где $x_i(t)$ представляет параметры биосистемы. Впервые это было доказано в виде эффекта Еськова-Зинченко (ЭЕЗ) в биомеханике [5-10], а затем и для других биосистем [11-16]. Этот ЭЕЗ

распространяется не только на выборки треморограмм (ТМГ), теппинграмм (ТПГ), электромиограмм (ЭМГ), кардиоинтервалов (КИ) и др. параметров организма человека, но и на их спектральные плотности сигналов (СПС), автокорреляции $A(t)$ и др. характеристики $x_i(t)$. Все эти характеристики статистически не устойчивы [30-35].

Возникает закономерный вопрос о существовании других инвариант при описании СТТ-*complexity*. Как описывать стационарные режимы СТТ, если в неизменном состоянии биосистемы все ее характеристики непрерывно и хаотически изменяются? Ответ на этот вопрос дает новая теория хаоса-самоорганизации (ТХС), которая вводит новые инварианты для вектора $x(t)$ СТТ [5-13].

1. Статистическая неустойчивость выборок параметров СТТ.

Матрица парного сравнения выборок треморограмм группы испытуемых (число повторов $N=15$), использовался критерий Ньюмана-Кейлса (уровень значимости $p<0,05$, число совпадений $k_1=7$).

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

Из табл. 1 следует, что число $k_1=7$ таких пар крайне мало. Это означает, что сравниваемые выборки ТМГ статистически почти не совпадают (они почти все разные). Отметим, что если брать выборки одного и того же испытуемого (при повторении испытаний), то результат получается схожий, т.е. $k_2 \leq 5\%$ от всех 105-ти разных пар сравнения в таких матрицах парных сравнений выборок ТМГ. Это доказывает потерю однородности выборок ТМГ

Еще раз отметим, что ЭЕЗ был впервые доказан в биомеханике при изучении треморограмм (ТМГ) и теппинграмм (ТПГ) у одного и того же испытуемого (при многих повторных регистрациях ТМГ и ТПГ) или у одной и той же группы испытуемых (точнее при многих повторах измерений). Для группы это означает потерю однородности выборок, т.к. число пар k выборок ТМГ в матрицах парных сравнений выборок всегда получается небольшим.

Для примера мы представляем матрицу парных сравнений ТМГ группы испытуемых (из 15-ти человек). Элементы этой матрицы (см. табл. 1) представляют критерии Ньюмана-Кейлса p при парном сравнении выборок ТМГ. Если $p \geq 0,05$, то эту сравниваемую пару ТМГ можно отнести к одной (общей) генеральной совокупности [11-16].

Таблица 1

(аналогично для ТПГ) и отсутствие статистической устойчивости ТМГ и ТПГ. Однако, у одного человека его k_2 в матрицах парных сравнений выборок может быть меньше, чем k_1 для группы ($k_2 < k_1$), что послужило открытию эффекта Еськова-Филатовой.

Подчеркнем, что подобная картина статистической неустойчивости наблюдается и для многих других параметров организма человека. Это

касается параметров сердечно-сосудистой системы – ССС (обследовано 16 параметров $x_i(t)$), ЭМГ, ЭЭГ, а такие их (выборок) СПС и $A(t)$. Во всех случаях мы имеем ЭЕЗ и это означает завершение дальнейшего применения методов стохастики в оценке систем третьего типа – жилых систем. Как тогда оценивать стационарные режимы (СР) СТТ и их изменения? Какие инварианты могут возникнуть для описания стационарных режимов (СР) СТТ-complexity?

2. Неопределенность 2-го типа в теории хаоса-самоорганизации (ТХС).

Указанный ЭЕЗ сейчас в новой ТХС характеризуется как неопределенность 2-го типа. В этом случае СР с позиций ТХС не может характеризоваться как СР с позиций стохастики, т.к. все статистические функции $f(x)$ выборок $x_i(t)$, их СПС, $A(t)$ непрерывно и хаотически изменяются. Необходимо вводить тогда другие инварианты в рамках ТХС [10-15, 22-26],

которых нет сейчас в функциональном анализе и статистике.

В ТХС это выполнено как аналог принципа неопределенности Гейзенберга, когда на любые фазовые координаты $x_i(t)$ и ее скорость $x_{i2}=dx_i/dt$ вводятся ограничения в виде неравенства. Например, для нового вектора состояния биомеханической системы мы вводим ограничения в виде $Z_{min} \leq \Delta x_i \cdot \Delta x_{i2} \leq Z_{max}$, где Z_{min} и Z_{max} некоторые постоянные для данного испытуемого (или данной группы испытуемых) [12-19]. Отметим, что Z_{max} в ТХС имеет смысл площади псевдоаттрактора (ПА). Под ПА в ТХС [12-15] мы понимаем некоторую ограниченную область фазового пространства состояния вектора $x=x(t)=(x_i, x_{i2})^T$, внутри которой хаотически движется вектор $x(t)$. Отметим, что ПА образуют и несколько разных диагностических признаков $x_i(t)$ и тогда скорости x_{i2} уже не учитываются [16-21, 25-29].

Таблица 2

Значение площадей псевдоаттракторов S выборок электромиограмм одного и того же испытуемого.

	Испытуемый	
	$S^I_1, 50$ Н	$S^I_2, 100$ Н
1	26508	107260
2	24300	114935
3	35802	139755
4	27459	111734
5	32208	119712
6	18792	101084
7	29848	152609
8	24336	191360
9	16968	100000
10	16968	68904
11	21242	116864
12	15200	101403
13	18984	104682
14	20304	113634
15	30965	86064
$\langle S \rangle$	23992	115333
	T -критерий значимости функций $f(x)$ $p=0,00$	

Отметим, что ПА является (его площадь и координаты его центра x_i) моделью поведения СТТ и он представляет инварианты при СР для данной СТТ. В

качестве примера мы представляем табл. 2, где даны значения площади S для ПА одного и того же испытуемого (расчет для ЭМГ). В этой табл. 2 мы представляем

средние значения площади $\langle S_1 \rangle$ для ПА при малой нагрузке ($F_1=5\text{H}$) и среднее значение $\langle S_2 \rangle$ площади ПА при большей нагрузке на палец в $F_2=100\text{H}$.

Очевидно, что средние значения $\langle S_1 \rangle$ и $\langle S_2 \rangle$ площадей ПА ЭМГ для одного и того же испытуемого различаются в разных физических состояниях существенно. Всегда $\langle S_2 \rangle > \langle S_1 \rangle$ для разных испытуемых. В итоге мы доказали, что площадь ПА для ЭМГ (и для других параметров организма) является инвариантом для данного физиологического состояния испытуемого. При этом все его статистические характеристики непрерывно и хаотически изменяются внутри псевдоаттрактора. Мы предлагаем рассчитывать параметры псевдоаттракторов, которые реализуют принцип неопределенности для СТТ-*complexity*. Отметим, что при эволюции СТТ существенно изменяются и координаты центров x_i^c для ПА.

Заключение. В рамках новой теории хаоса-самоорганизации сейчас строго доказан эффект Еськова-Зинченко. Он проявляется в отсутствии статистической устойчивости выборок не только в биомеханике, но и в других разделах биологии, медицины, психологии. Статистическая неустойчивость сейчас доказана не только для выборок ТМГ, ТПГ, параметров сердечно-сосудистой системы, но и для параметров спектральной плотности таких сигналов (СПС) и для их автокорреляций $A(t)$.

Одновременно с ЭЕЗ мы доказываем неопределенность 2-го типа, которую демонстрируют все СТТ-*complexity* (в представлениях W. Weaver). Тогда возникает проблема выбора однородных групп и разработки новых инвариантов, которые выходят за пределы стохастики. В качестве таких инвариантов мы предлагаем параметры псевдоаттракторов и координаты центров x_i^c для этих ПА.

Оказалось, что площади ПА и координаты их центров остаются статистически неизменными, при неизменности физиологического состояния биосистемы. При изменении этого состояния площадь ПА изменяется (см.

табл. 2). Расчет новых инвариант обеспечит реальную идентификацию стационарных режимов СТТ или их изменение, что в рамках стохастики выполнить затруднительно. Инварианты ПА позволяют исключить неопределенность 2-го типа, что в стохастике выполнить невозможно.

Литература

1. Денисова Л.А., Белощенко Д.В., Башкатова Ю.В., Горбунов Д.В. Особенности регуляции двигательных функций у женщин // Клиническая медицина и фармакология. – 2017. – Т. 3, № 4. – С. 11-16.
2. 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.
3. 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.
4. Зинченко Ю.П., Еськов В.М., Филатов М.А., Григорьева С.В. Кvantово-механический подход в изучении сознания // Вестник новых медицинских технологий. – 2019. – Т. 26, № 2. – С. 111-117.
5. Ивахно Н.В., Гумарова О.А., Лупынина Е.Ю., Воробей О.А., Афаневич И.А. Оценка параметров tremorограмм с позиций теории хаоса-самоорганизации // Вестник новых медицинских технологий. – 2019. – Т. 26, № 3. – С. 117-121.
6. Киричук В.Ф., Полухин В.В., Монастырецкая О.А., Алиев А.А. Хаотическое поведение параметров нервно-мышечной системы человека на примере *musculus biceps* // Вестник новых медицинских технологий. – 2019. – Т. 26, № 2. – С. 130-134.
7. Мирошниченко И.В., Башкатова Ю.В., Филатова Д.Ю., Ураева Я.И. Эффект Еськова-Филатовой в регуляции сердечно-сосудистой системы -

- переход к персонифицированной медицине // Вестник новых медицинских технологий. – 2018. – Т. 25, № 2. – С. 200-208.
8. Филатова О.Е., Инюшкин А.Н., Баженова А.Е., Григорьева С.В. Динамика биопотенциалов мышц при различных статических нагрузках // Вестник новых медицинских технологий. – 2018. – Т. 25, № 4. – С. 275-283.
 9. 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.
 10. Пятин В.Ф., Еськов В.В., Алиев Н.Ш., Воробьева Л.А. Хаос параметров гомеостаза функциональных систем организма человека // Вестник новых медицинских технологий. – 2018. – Т. 25, № 1. – С. 143-153.
 11. 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.
 12. Betelin V.B., Eskov V.M., Galkin V.A., Gavrilenko T.V. Stochastic volatility in the dynamics of complex homeostatic systems // Doklady mathematics. – 2017. – Vol. 95(1). – Pp. 92-94.
 13. Eskov V.M., Kulaev S.V., Popov Yu.M., Filatova O.E. Computer technologies in stability measurements on stationary states in dynamic biological systems // Measurement techniques. – 2006. – Vol. 49(1). – Pp. 59-65.
 14. Eskov V.M., Eskov V.V., Filatova O.E. Characteristic features of measurements and modeling for biosystems in phase spaces of states // Measurement techniques. – 2011. – Vol. 53(12). – Pp. 1404-1410.
 15. 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(9). – Pp. 1096-1101.
 16. 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(6). – Pp. 720-724.
 17. Eskov V.M., Eskov V.V., Vochmina J.V., Gavrilenko T.V. The evolution of the chaotic dynamics of collective modes as a method for the behavioral description of living systems // Moscow university physics bulletin. – 2016. – Vol. 71(2). – Pp. 143-154.
 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., Gavrilenko T.V., Eskov V.M., Vokhmina Y.V. Phenomenon of statistical instability of the third type systems – complexity // Technical physics. – 2017. – Vol. 62(11). – Pp. 1611-1616.
 20. 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.
 21. 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.
 22. 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.
 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 D.Yu., Bashkatova Yu.V., Melnikova E.G., Shakirova L.S. Homogeneity of the parameters of the cardiointervals in school children after north-south travel // Human ecology. – 2020. – Vol. 1. – Pp. 6-10.
26. Filatova O.E. Standardizing measurements of the parameters of mathematical models of neural networks // Measurement techniques. – 1997. – Vol. 40(1). – Pp. 55-59.
27. 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.
28. 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.
29. Filatova O.E., Gudkov A.B., Eskov V.V., Chempalova L.S. The concept of uniformity of a group in human ecology // Human ecology. – 2020. – Vol. 2. – Pp. 40-44.
30. Weaver W. Science and Complexity. Rockefeller Foundation, New York City // American Scientist. – 1948. – Vol. 36. – Pp. 536-544.
31. Zilov V.G., Eskov V.M., Khadartsev A.A., Eskov V.V. Experimental verification of the Bernstein effect "Repetition without Repetition" // Bulletin of experimental biology and medicine. – 2017. – Vol. 163(1). – Pp. 1-5.
32. Zilov V.G., Khadartsev A.A., Eskov V.V., Eskov V.M. Experimental study of statistical stability of cardiointerval samples // Bulletin of experimental biology and medicine. – 2017. – Vol. 164(2). – Pp. 115-117.
33. Zilov V.G., Khadartsev A.A., Ilyashenko L.K., Eskov V.V., Minenko I.A. Experimental analysis of the chaotic dynamics of muscle biopotentials under various static loads // Bulletin of experimental biology and medicine. – 2018. – Vol. 165(4). – Pp. 415-418.
34. 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.
35. 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

- Denisova L.A., Beloshchenko D.V., Bashkatova Yu.V., Gorbunov D.V. Osobennosti reguljatsii dvigatel'nykh funktsii u zhenshchin [Features of the regulation of motor functions in women] // Klinicheskaya meditsina i farmakologiya [Clinical medicine and pharmacology]. – 2017. – T. 3, No. 4. – S. 11-16.
- 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.
- 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.
- Zinchenko Yu.P., Es'kov V.M., Filatov M.A., Grigor'eva S.V. Kvantovo-mekhanicheskii 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.
- Ivakhno N.V., Gumarova O.A., Lupynina E.Yu., Vorobei O.A., Afanevich I.A.

- Otsenka parametrov tremorogramm s pozitsii teorii khaosa-samoorganizatsii [Evaluation of tremorogram parameters from the standpoint of the theory of chaos-self-organization] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii [Bulletin of new medical technologies]. – 2019. – Т. 26, No. 3. – S. 117-121.
6. Kirichuk V.F., Polukhin V.V., Monastyretskaya O.A., Aliev A.A. Khaoticheskoe povedenie parametrov nervno-myshechnoi sistemy cheloveka na primere musculus biceps [The chaotic behavior of the parameters of the human neuromuscular system on the example of musculus biceps] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii [Bulletin of new medical technologies]. – 2019. – Т. 26, No. 2. – S. 130-134.
 7. Miroshnichenko I.V., Bashkatova Yu.V., Filatova D.Yu., Uraeva Ya.I. Effekt Es'kova-Filatovo v reguljatsii serdechno-sosudistoi sistemy - perekhod k personifitsirovannoi meditsine [The effect of Eskov-Filatova in the regulation of the cardiovascular system - the transition to personalized medicine] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii [Bulletin of new medical technologies]. – 2018. – Т. 25, No. 2. – S. 200-208.
 8. Filatova O.E., Inyushkin A.N., Bazhenova A.E., Grigor'eva S.V. Dinamika biopotentsialov myshts pri razlichnykh staticheskikh nagruzkakh [Dynamics of muscle biopotentials under various static loads] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii [Bulletin of new medical technologies]. – 2018. – Т. 25, No. 4. – S. 275-283.
 9. 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. – Т. 5, No. 4. – S. 6-10.
 10. Pyatin V.F., Es'kov V.V., Aliev N.Sh., Vorob'eva L.A. Khaos parametrov gomeostaza funktsional'nykh sistem organizma cheloveka [Chaos of parameters of homeostasis of functional systems of the human body] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii [Bulletin of new medical technologies]. – 2018. – Т. 25, No. 1. – S. 143-153.
 11. 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. – Т. 4, No. 4. – S. 14-19.
 12. Betelin V.B., Eskov V.M., Galkin V.A., Gavrilenko T.V. Stochastic volatility in the dynamics of complex homeostatic systems // Doklady mathematics. – 2017. – Vol. 95(1). – Pp. 92-94.
 13. Eskov V.M., Kulaev S.V., Popov Yu.M., Filatova O.E. Computer technologies in stability measurements on stationary states in dynamic biological systems // Measurement techniques. – 2006. – Vol. 49(1). – Pp. 59-65.
 14. Eskov V.M., Eskov V.V., Filatova O.E. Characteristic features of measurements and modeling for biosystems in phase spaces of states // Measurement techniques. – 2011. – Vol. 53(12). – Pp. 1404-1410.
 15. 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(9). – Pp. 1096-1101.
 16. 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(6). – Pp. 720-724.
 17. Eskov V.M., Eskov V.V., Vochmina J.V., Gavrilenko T.V. The evolution of the chaotic dynamics of collective modes as a method for the behavioral description of living systems // Moscow university physics bulletin. – 2016. – Vol. 71(2). – Pp. 143-154.
 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., Gavrilenko T.V., Eskov V.M., Vokhmina Y.V. Phenomenon of statistical instability of the third type systems – complexity // Technical physics. – 2017. – Vol. 62(11). – Pp. 1611-1616.
20. 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.
21. 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.
22. 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.
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 D.Yu., Bashkatova Yu.V., Melnikova E.G., Shakirova L.S. Homogeneity of the parameters of the cardiointervals in school children after north-south travel // Human ecology [In Russian]. – 2020. – Vol. 1. – Pp. 6-10.
26. Filatova O.E. Standardizing measurements of the parameters of mathematical models of neural networks // Measurement techniques. – 1997. – Vol. 40(1). – Pp. 55-59.
27. 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.
28. 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.
29. Filatova O.E., Gudkov A.B., Eskov V.V., Chempalova L.S. The concept of uniformity of a group in human ecology // Human ecology [In Russian]. – 2020. – Vol. 2. – Pp. 40-44.
30. Weaver W. Science and Complexity. Rokfeller Foundation, New York City // American Scientist. – 1948. – Vol. 36. – Pp. 536-544.
31. Zilov V.G., Eskov V.M., Khadartsev A.A., Eskov V.V. Experimental verification of the Bernstein effect “Repetition without Repetition” // Bulletin of experimental biology and medicine. – 2017. – Vol. 163(1). – Pp. 1-5.
32. Zilov V.G., Khadartsev A.A., Eskov V.V., Eskov V.M. Experimental study of statistical stability of cardiointerval samples // Bulletin of experimental biology and medicine. – 2017. – Vol. 164(2). – Pp. 115-117.
33. Zilov V.G., Khadartsev A.A., Ilyashenko L.K., Eskov V.V., Minenko I.A. Experimental analysis of the chaotic dynamics of muscle biopotentials under various static loads // Bulletin of experimental biology and medicine. – 2018. – 165(4). – Pp. 415-418.
34. 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.
35. 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.