

ФАЗОВЫЕ ПОРТРЕТЫ НЕЙРОВЕГЕТАТИВНОЙ СИСТЕМЫ ЧЕЛОВЕКА НА СЕВЕРЕ РФ

О.Е. ФИЛАТОВА¹, Ю.В. БАШКАТОВА¹, Е.Г. МЕЛЬНИКОВА¹, О.А. ВОРОБЕЙ²

¹ФГУ «ФНЦ Научно-исследовательский институт системных исследований Российской академии наук». Обособленное подразделение «ФНЦ НИИСИ РАН» в г. Сургуте, ул. Базовая, 34, Сургут, Россия, 628400

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

Аннотация. Внедрение методов многомерных фазовых пространств состояний в физиологию и медицину требует расширения диагностических признаков. В рамках новой теории хаоса-самоорганизации предлагается построение двумерных фазовых портретов для основных параметров вегетативной нервной системы (симпатической – x_1 и парасимпатической – x_2). Представлен расчет площадей квазиаттракторов Еськова для симпатической вегетативной нервной системы, внутри которых непрерывно и хаотически движется вектор состояния биосистемы $x=(x_1, x_2)^T$. Показана динамика таких возрастных изменений для трех возрастных групп женщин ханты. Доказано, что уже младшая и средняя возрастные группы существенно отличаются для каждого испытуемого из группы (всего было 3 группы по 30 человек в каждой группе). Обсуждаются перспективы такого подхода в развитии персонафицированной медицины, где параметры квазиаттракторов Еськова для каждого индивидуума весьма специфичны.

Ключевые слова: квазиаттракторы Еськова, фазовое пространство состояний, эффект Еськова-Зинченко.

PHASE PORTRAITS OF A HUMAN NEURAL VEGETATIVE SYSTEM IN THE NORTH OF RUSSIA

O.E. FILATOVA¹, Yu.V. BASHKATOVA¹, E.G. MELNIKOVA¹, O.A. VOROBAY²

¹Federal Science Center - Scientific-research Institute for System Studies of the Russian Academy of Sciences, Bazovaya st, 34, Surgut, Russia, 628400

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

Abstract. The introduction of methods of multidimensional phase state spaces into physiology and medicine requires the expansion of diagnostic features. In the framework of the new theory of chaos-self-organization, it is proposed to build two-dimensional phase portraits for the main parameters of the autonomic nervous system (sympathetic - x_1 and parasympathetic - x_2). The calculation of the areas of Eskov quasiattractors for the sympathetic autonomic nervous system is presented, inside which the state vector of the biosystem $x = (x_1, x_2)^T$ moves continuously and randomly. The dynamics of such age-related changes for three age groups of Khanty women is shown. It has been proven that the youngest and middle age groups are significantly different for each subject from the group (there were 3 groups of 30 people in each group). The prospects of such an approach in the development of personalized medicine are discussed, where the parameters of Eskov's quasiattractors for each individual are very specific.

Keywords: Eskov's quasiattractors, phase state space, Eskov-Zinchenko effect.

Введение. За последние 25 лет строго доказан эффект Еськова-Зинченко (ЭЕЗ) не только в биомеханике, но и в физиологии сердечно-сосудистой системы (ССС) человека [3-8, 17-27]. В этом эффекте показано отсутствие статистической устойчивости любых выборок параметров ССС, которые получены от одного испытуемого (или одной группы) в неизменном

физиологическом состоянии (путем многократных повторений одних и тех же измерений). ЭЕЗ доказывает отсутствие однородности выборок и это полностью ограничивает дальнейшее применение любых методов статистики в биомедицине, психологии, экологии и других науках [12-16, 24-29].

В рамках разрабатываемой новой науки (теории хаоса-самоорганизации –

ТХС) мы предлагаем использовать в подобных исследованиях компоненты вектора состояния биомедицинской системы $x=x(t)=(x_1, x_2, \dots, x_m)^T$ в m -мерном фазовом пространстве состояний (ФПС) [1-10, 18-23]. Оказалось, что компоненты $x_i(t)$ этого вектора $x(t)$, которые являются диагностическими признаками в медицине, совершают в таком ФПС непрерывное и хаотическое движение, которое ограничено некоторым объемом Vg (он называется квазиаттрактором Еськова (КАЕ) или псевдоаттрактором (ПА)). Внутри этого объема Vg вектор $x(t)$ совершает непрерывные и хаотические движения.

Изменение величины этого объема Vg (двукратное) или изменение координат его (КАЕ) центра в физиологии и медицине может быть представлено как существенное изменение функционального состояния организма человека. В рамках статистики эти изменения не регистрируются из-за ЭЕЗ (все x_i в неизменном состоянии организма хаотически изменяются). В настоящем сообщении в качестве координат x_1 и x_2 мы предлагаем использовать параметры состояния симпатической вегетативной нервной системы (ВНС) – СВНС как $x_1(t)$, и параметры скорости изменения СВНС – $x_2(t)$. Предлагается расчет площадей КАЕ для вектора $x(t)=(x_1, x_2)^T$ и расчет межаттракторных расстояний Rx , по координатам x_1 и скорости изменения x_2 .

Объекты и методы исследований. Параметры СВНС – $x_1(t)$ и скорости изменения $x_1 - x_2(t)$ регистрировались в трех группах женщин ханты в рамках Хельсинской декларации. В каждой группе было по 30 человек, со средним возрастом $\langle T_1 \rangle = 25$ лет (1-я группа), $\langle T_2 \rangle = 44$ года (2-я группа) и $\langle T_3 \rangle = 57$ лет (3-я возрастная группа). Использовался прибор «Элокс-01» с программным обеспечением, который обеспечивает регистрацию состояния симпатической ВНС – $x_1(t)$ и парасимпатической, далее (с помощью ЭВМ) рассчитывалась скорость изменения этой $x_1(t) - x_2(t)$.

Эти два параметра x_1 и x_2 (СВНС) использовались для построения фазовой

плоскости вектора $x(t)=(x_1, x_2)^T$ и расчета параметров фазовых портретов (в этом ФПС). Для каждого испытуемого из каждой группы рассчитывались площади S квазиаттракторов Еськова (КАЕ) в условных единицах и анализировались эти площади S для КАЕ, которые характеризовали состояние ВНС для всех 3-х групп обследуемых женщин ханты и изучалась динамика состояния ВНС с возрастом. В результате мы получали индивидуальные фазовые портреты для каждого испытуемого [16, 22]. Такой подход сейчас нами предлагается в оценке состояния ВНС в индивидуализированной медицине.

Одновременно рассчитывались изменения межаттракторных расстояний Rx для всех трех возрастных групп в этом двумерном ФПС. При этом особое внимание уделялось именно возрастным изменениям Rx . В частности, находились Rx для пар сравнения 1-2-й групп, 2-3-й и 1-3- групп сравнения. Это обеспечило выявление различий в возрастной динамике СВНС женщин ханты.

Результаты исследований. Прежде всего отметим, что из литературных данных следует определенное нарастание x_1 (СВНС) и падение параметров x_2 (ПВНС) с возрастом. Эта динамика наблюдается и в наших исследованиях. Однако, мы предлагаем определенные интегративные показатели в виде площади S для КАЕ и в виде межаттракторных расстояний. Для нахождения конкретных значений S и Rx (для каждого конкретного испытуемого) мы строили фазовые портреты ВНС в этих двух координатах x_1 и x_2 . Подчеркнем, что для любого параметра x_1 и x_2 мы устойчиво наблюдаем ЭЕЗ. Он проявляется в крайне низких значениях числа k пар совпадений выборок как $x_1(t)$, так $x_2(t)$.

Для иллюстрации сказанному мы представляем одну характерную матрицу парных сравнений выборок x_1 для младшей возрастной группы. В табл. 1 мы имеем для 15-ти женщин ханты из этой группы всего $k_1 = 19$ число пар $x_1(t)$, которые (каждые две выборки) имеют одну (общую) генеральную совокупность. В

этой табл.1 мы демонстрируем реальность ЭЭЗ, когда теряется однородность выборок и только малое число $k_I=19$ пар x_I (из всех 105 возможных) могут статистически

совпадать. Все это доказывает крайнюю необходимость расчета параметров КАЕ [9, 11, 14] для оценки состояния ВНС.

Таблица 1

Матрица парных сравнений выборок параметров симпатической ВНС младшей возрастной группы женщин ханты ($k_I=19$)

	1 R:2 869, 0	2 R:3 556, 1	3 R:2 254, 0	4 R:1 329, 1	5 R:3 063, 6	6 R:3 271, 8	7 R:1 026, 8	8 R:7 59,5 4	9 R:3 556, 1	10 R:1 980, 1	11 R:3 271, 8	12 R:2 209, 1	13 R:1 387, 0	14 R:5 24,7 9	15 R:2 698, 7
1		0,00	0,00	0,00	1,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	1,00
2	0,00		0,00	0,00	0,00	0,77	0,00	0,00	1,00	0,00	0,77	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
5	1,00	0,00	0,00	0,00		1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,06
6	0,02	0,77	0,00	0,00	1,00		0,00	0,00	0,77	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,46	0,00	0,00		1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00
9	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,77	0,00		0,00	0,77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	0,02	0,77	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,77		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
13	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00
15	1,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00

На рисунке мы представляем два характерных фазовых портрета для молодой женщины ханты (А) и для представительницы старшей возрастной группы (В). Из этого рисунка следует, что площади этих двух КАЕ различаются ($S_I=12$ у.е. и $S_2=135$ у.е.). Одновременно и

регистрируются различия в параметрах центров этих КАЕ. В этих двух фазовых координатах мы можем рассчитать межаттракторное расстояние между этими двумя квазиаттракторами Еськова (КАЕ¹ и КАЕ²) в виде $Rx_{12}= 4,87$ условных единиц (для данного примера).

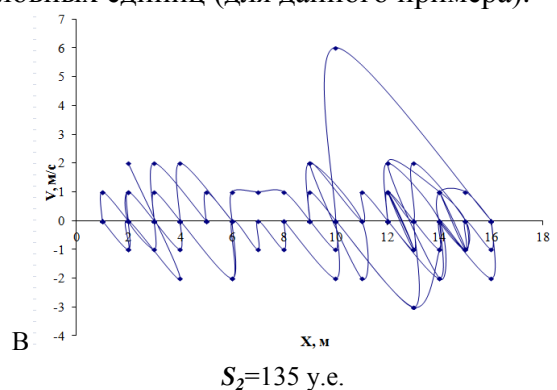
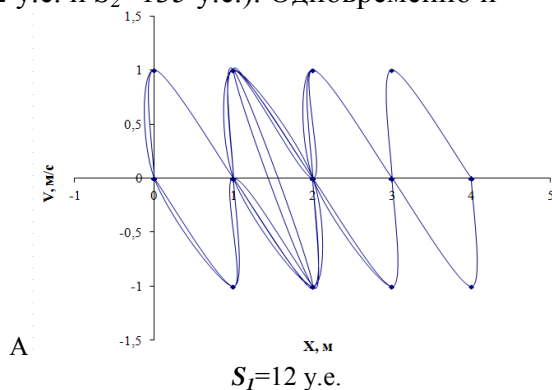


Рис. Фазовые траектории движения параметров симпатической ВНС: А - испытуемой РАА (28 лет); В - испытуемой ПАН (55 лет)

Очевидно, что чем больше Rx_{12} и чем существенней отличаются S_I и S_2 для КАЕ¹ и КАЕ², тем значительнее будут различаться и физиологические состояния ВНС этих двух испытуемых.

Возрастные изменения должны приводить к изменениям S и увеличению Rx с возрастом, что реально (количественно) будет представлять динамику изменения параметров ВНС.

Очевидно, что если это наблюдать для отдельного испытуемого с возрастом (при длительном мониторинге ВНС), то мы можем говорить об индивидуальном подходе в изучении ВНС для каждого испытуемого.

Подобные расчеты позволят нам развивать индивидуализированную медицину в совершенно новом направлении [1-7, 9-16]. Подчеркнем, что дальнейшее использование любых статистических методов не является целесообразным, т.к. любая выборка является уникальной (см. табл.1) и любая выборка теряет однородность. Это мы регистрируем в виде ЭЭЗ как для одного испытуемого (в режиме $n=15$ -ти повторных регистрациях любых параметров организма одного человека), так и для группы (если эти измерения тоже n раз повторять). Выход из этого кризиса один – рассчитывать параметры квазиаттракторов Еськова (или псевдоаттракторов), а также находить межаттракторные расстояния.

Заключение. Расчет параметров выборок симпатической (или парасимпатической ВНС в общем случае) устойчиво демонстрирует справедливость эффекта Еськова-Зинченко (ЭЭЗ). В этом случае регистрируемые выборки не могут быть однородными. Табл.1 наглядно демонстрирует, что параметры СВНС одной группы (из 15-ти человек) имеют крайне малое число пар k , которые (эти две выборки) можно отнести к одной генеральной совокупности. Аналогичные данные мы получаем, если регистрировать у одного и того же испытуемого 15 раз параметры СВНС (или ПВНС) в его неизменном физиологическом состоянии. Все это доказывает справедливость ЭЭЗ как для группы разных индивидуумов, так и для одного испытуемого (в режиме многократных повторов измерений).

Подобные результаты накладывают существенные ограничения на возможность дальнейшего использования статистики в анализе состояния ССС, в частности, у нас речь идет о ВНС. Для

выхода из этой ситуации мы предлагаем рассчитывать площади КАЕ для разных возрастных групп (в координатах x_1 – СВНС и x_2 – dx_1/dt) и межаттракторные расстояния Rx . Как оказалось, эти параметры (S и Rx) являются объективными критериями как в оценке индивидуальных особенностей состояния ВНС (для каждого испытуемого), так и в оценке возрастных различий ВНС по изучаемым группам испытуемых.

С возрастом межаттракторное расстояние Rx увеличивается, что может служить новой количественной оценкой возрастных изменений. В данном случае мы это демонстрируем на примере трех возрастных групп женщин ханты, которые проживают на территории ХМАО-Югры (аборигены). В дальнейшем планируется в рамках такого подхода установить различия между аборигенами и пришлым населением, различия в параметрах ВНС между мужчинами и женщинами, проживающими в условиях Севера РФ. Подчеркнем, что статистическими методами подобные различия установить очень сложно из-за статистической неустойчивости параметров x_1 и x_2 для ВНС. Все это связано с потерей однородности выборок как в группе, так и для отдельных испытуемых и это доказывает реальность ЭЭЗ.

Литература

1. Еськов В.В. Эволюция систем третьего типа в фазовом пространстве состояний // Вестник кибернетики. –2017. – № 3 (27). – С. 53-58.
2. Еськов В.В., Хадарцева К.А., Филатова О.Е., Иванов Д.В. Гомеостаз, как постоянство непостоянного (обзор литературы) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2018. №4. Публикация 2-8. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2018-4/2-8.pdf> (дата обращения: 23.08.2018).
3. Еськов В.М., Мирошниченко И.В., Мнацаканян Ю.В., Журавлева А.Н. Проблема устойчивости

- гомеостатического регулирования функциональных систем организма // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2019. – № 1. – С.73-87.
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. Живогляд Р.Н., Чертищев А.А., Воробей О.А., Муравьева А.Н., Мнацаканян Ю.В. Особенности параметров сердечно-сосудистой системы в осенний период // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2019. – № 2. – С. 18-27.
 6. 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.
 7. 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.
 8. Ивахно 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.
 9. Ивахно Н.В., Горбунов Д.В., Афаневич К.А., Хакимова В.В., Афаневич И.А. Новые методы оценки регистрируемых выборок на однородность // Вестник новых медицинских технологий. – 2019. – Т. 26, № 3. – С. 122-126.
 10. Мирошниченко И.В., Прохоров С.В., Эльман К.А., Срыбник М.А. Сравнительный анализ хаотической динамики показателей сердечно-сосудистой системы пришлого детско-юношеского населения Югры // Вестник новых медицинских технологий. – 2018. – Т. 25, № 1. – С. 154-160.
 11. Прохоров С.А., Гумарова О.А., Монастырецкая О.А., Хвостов Д.Ю., Афаневич И.А. Нестабильные системы: проблема однородности групп // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2019. – № 1. – С.62-72.
 12. 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.
 13. Пятин В.Ф., Еськов В.В., Иванова Н.В., Хакимова В.В., Тагирова Е.Д. Работа нейросетей мозга и их моделей в режиме системного синтеза // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2019. – № 1. – С.88-95.
 14. Филатов М.А., Григорьева С.В., Горбунов Д.В., Белошенко Д.В., Фадюшина С.И. Неоднородность разовых выборок параметров функциональных систем организма человека // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2019. – № 2. – С. 71-79.
 15. Филатова О.Е., Мельникова Е.Г., Горбунов С.В., Нувальцева Я.Н. Особенности гомеостатических систем (третьего типа) // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2019. – № 2. – С. 28-39.
 16. Eskov V.M., Filatova O.E., Eskov V.V., Gavrilenko T.V. The Evolution of the idea of homeostasis: determinism, stochastics and chaos-self-organization // Biophysics. – 2017. – Vol. 62(5). – Pp. 809-820.
 17. Eskov V.M., Eskov V.V., Vochmina Y.V., Gorbunov D.V., Pyashenko L.K. Shannon entropy in the research on stationary regimes and the evolution of complexity // Moscow university physics bulletin. – 2017. – Vol. 72(3). – Pp. 309-317.
 18. Eskov V.M., Pyatin V.F., Eskov V.V., Pyashenko L.K. The heuristic work of the brain and artificial neural networks // Biophysics. – 2019. – Vol. 64(2). – Pp. 293-299.
 19. Eskov V.M., Bashkatova Y.V., Beloshchenko D.V., Pyashenko L.K. Cardiointervals parameters of human body in response to hypothermia // Human ecology. – 2018. – Vol. 10. – Pp. 39-45.

20. Eskov V.M., Bazhenova A.E., Iyashenko 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.
21. Eskov V.V., Filatova D.Y., Iyashenko 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.
22. Eskov V.V., Filatova O.E., Bashkanova Y.V., Filatova D.Y., Iyashenko L.K. Age-related changes in heart rate variability among residents of The Russian North // *Human ecology*. – 2019. – Vol. 2. – Pp. 21-26.
23. Filatov M.A., Iyashenko L.K., Makeeva S.V. Psychophysiological parameters of students before and after translatititude travels // *Human ecology*. – 2019. – Vol. 4. – Pp. 18-24.
24. Filatov M.A., Iyashenko 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., Eskov V.V., Filatov M.A., Iyashenko L.K. Statistical instability phenomenon and evaluation of voluntary and involuntary movements // *Russian journal of biomechanics*. – 2017. – Vol. 21(3). – Pp. 224-232.
26. Filatova O.E., Bazhenova A.E., Iyashenko L.K., Grigorieva S.V. Estimation of the parameters for tremograms according to the Eskov–Zinchenko effect // *Biophysics*. – 2018. – Vol. 63, № 2. – Pp. 262-267.
27. Leonov B.I., Grigorenko V.V., Eskov V.M., Khadartsev A.A., Iyashenko L.K. Automation of the diagnosis of age-related changes in parameters of the cardiovascular system // *Biomedical engineering*. – 2018. – Vol. 52(3). – Pp. 210-214.
28. 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. 4-8.
29. 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.

Reference

1. Es'kov V.V. Evolyutsiya sistem tret'ego tipa v fazovom prostranstve sostoyanii [Evolution of systems of the third type in the phase state space] // *Vestnik kibernetiki [Bulletin of Cybernetics]*. – 2017. – № 3 (27). – S. 53-58.
2. Es'kov V.V., Khadartseva K.A., Filatova O.E., Ivanov D.V. Gomeostaz, kak postoyanstvo nepostoyannogo (obzor literatury) [Homeostasis as constancy of inconstant (literature review)] // *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii. Elektronnoe izdanie [Bulletin of new medical technologies. Electronic edition]*. 2018. №4. Publikatsiya 2-8. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2018-4/2-8.pdf> (data obrashcheniya: 23.08.2018).
3. Es'kov V.M., Miroshnichenko I.V., Mnatsakanyan Yu.V., Zhuravleva A.N. Problema ustoichivosti gomeostaticheskogo regulirovaniya funktsional'nykh sistem organizma [The problem of stability of homeostatic regulation of the functional systems of the body] // *Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]*. – 2019. – № 1. – S.73-87.
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. – № 2. – S. 61-70.
5. Zhivoglyad R.N., Chertishchev A.A., Vorobei O.A., Murav'eva A.N., Mnatsakanyan Yu.V. Osobennosti

- parametrov serdechno-sosudistoi sistemy v osennii period [Features of the parameters of the cardiovascular system in the autumn period] // Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2019. – № 2. – S. 18-27.
6. 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, № 2. – S. 101-106.
 7. 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, № 2. – S. 111-117.
 8. Ivakhno 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. – T. 26, № 3. – S. 117-121.
 9. Ivakhno N.V., Gorbunov D.V., Afanevich K.A., Khakimova V.V., Afanevich I.A. Novye metody otsenki registriruemyykh vyborok na odnorodnost' [Afanevich I.A. New methods for assessing registered samples for homogeneity] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii [Bulletin of new medical technologies]. – 2019. – T. 26, № 3. – S. 122-126.
 10. Miroshnichenko I.V., Prokhorov S.V., El'man K.A., Srybnik M.A. Sravnitel'nyi analiz khaoticheskoi dinamiki pokazatelei serdechno-sosudistoi sistemy prishlogo detsko-yunosheskogo naseleniya Yugry [A comparative analysis of the chaotic dynamics of the indicators of the cardiovascular system of the newcomer youth population of Ugra] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii [Bulletin of new medical technologies]. – 2018. – T. 25, № 1. – S. 154-160.
 11. Prokhorov S.A., Gumarova O.A., Monastyretskaya O.A., Khvostov D.Yu., Afanevich I.A. Nestabil'nye sistemy: problema odnorodnosti grupp [Unstable systems: the problem of group homogeneity] // Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2019. – № 1. – S.62-72.
 12. 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. – T. 25, № 1. – S. 143-153.
 13. Pyatin V.F., Es'kov V.V., Ivanova N.V., Khakimova V.V., Tagirova E.D. Rabota neirosetei mozga i ikh modelei v rezhime sistemnogo sinteza [The work of brain neural networks and their models in the system synthesis mode] // Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2019. – № 1. – S.88-95.
 14. Filatov M.A., Grigor'eva S.V., Gorbunov D.V., Beloshchenko D.V., Fadyushina S.I. Neodnorodnost' razovykh vyborok parametrov funktsional'nykh sistem organizma cheloveka [Heterogeneity of single samples of the parameters of the functional systems of the human body] // Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2019. – № 2. – S. 71-79.
 15. Filatova O.E., Mel'nikova E.G., Gorbunov S.V., Nuval'tseva Ya.N. Osobennosti gomeostaticheskikh sistem (tret'ego tipa) [Features of homeostatic systems (third

- type)] // Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2019. – № 2. – S. 28-39.
16. Eskov V.M., Filatova O.E., Eskov V.V., Gavrilenko T.V. The Evolution of the idea of homeostasis: determinism, stochastics and chaos–self-organization // Biophysics. – 2017. – Vol. 62(5). – Pp. 809-820.
 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(3). – Pp. 309-317.
 18. Eskov V.M., Pyatin V.F., Eskov V.V., Ilyashenko L.K. The heuristic work of the brain and artificial neural networks // Biophysics. – 2019. – Vol. 64(2). – Pp. 293-299.
 19. Eskov V.M., Bashkatova Y.V., Beloshchenko D.V., Ilyashenko L.K. Cardiointervals parameters of human body in response to hypothermia // Human ecology [In Russian]. – 2018. – Vol. 10. – Pp. 39-45.
 20. 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.
 21. 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.
 22. 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.
 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., Eskov V.V., Filatov M.A., Ilyashenko L.K. Statistical instability phenomenon and evaluation of voluntary and involuntary movements // Russian journal of biomechanics. – 2017. – Vol. 21(3). – Pp. 224-232.
 26. Filatova O.E., Bazhenova A.E., Ilyashenko L.K., Grigorieva S.V. Estimation of the parameters for tremograms according to the Eskov–Zinchenko effect // Biophysics. – 2018. – Vol. 63, № 2. – Pp. 262-267.
 27. Leonov B.I., Grigorenko V.V., Eskov V.M., Khadartsev A.A., Ilyashenko L.K. Automation of the diagnosis of age-related changes in parameters of the cardiovascular system // Biomedical engineering. – 2018. – Vol. 52(3). – Pp. 210-214.
 28. 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. 4-8.
 29. 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.