

III. МАТЕМАТИКА В ОПИСАНИИ ХАОСА И СИНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

DOI: 10.12737/2306-174X-2023-11-4-59-64

СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТА ЕСЬКОВА-ЗИНЧЕНКО ДЛЯ КАРДИОИНТЕРВАЛОВ

В.В. ГРИГОРЕНКО

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

Аннотация. Существуют разные статистические оценки поведения выборок параметров кардиоинтервалов. При этом любой статистический метод четко подтверждает эффект Еськова-Зинченко в котором нет статистической устойчивости выборок. Критическое замечание в адрес этого эффекта не учитывает главного – невозможно произвольно повторить любую выборку любого параметра сердечно-сосудистой системы. Это касается в первую очередь именно кардиоинтервалов и других параметров работы сердца.

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

THE ESKOV-ZINCHENKO EFFECT STATISTICAL EVALUATION FOR CARDIO INTERVALS

V.V. GRIGORENKO

¹ Surgut State University, Lenin Ave., 1, Surgut, Russia, 628408

Abstract. There are different statistical evaluations of parameter samples cardiointervals behavior. At the same time, any statistical method confirms the Eskov-Zinchenko effect, which has no statistical stability of the samples. The criticism of this effect does not take into account the main thing - it is impossible to repeat any sample of any cardiovascular system parameter arbitrarily. Primarily this applies to cardio intervals and other parameters of the heart.

Key words: *stochastics, chaos, The Eskov-Zinchenko effect.*

Введение. При оценке эффекта Еськова-Зинченко (ЭЭЗ) [1-2] проблема не в выходе за пределы 3х сигм, а в том, что две соседние выборки кардиоинтервалов (измеренные на интервале Δt_1 и Δt_2) не могут совпадать статистически. Вероятности их совпадения обычно $p_{i,i+1} \leq 0,2$, что говорит о статистической неустойчивости выборки кардиоинтервалов и невозможности прогноза будущего.

Мы рассчитывали сотни матриц парных сравнений выборок разных людей и везде закономерность одинакова: нельзя получить две статистически одинаковые выборки кардиоинтервалов (КИ). Это получило сейчас название – эффект Еськова-Зинченко [10-22]. Фактически речь идет о потере эргодичности выборок КИ.

Никто до нас не ставил вопрос об эргодичности биосистем, то есть что происходит с биосистемой до интервала Δt_1 , между Δt_1 и Δt_2 и после Δt_2 ? Это очень важные и очень принципиальные вопросы для теории хаоса-самоорганизации (ТХС). Однако их за 200 лет в биомедицине не изучали, т.е. 150-200 лет биомедицина жила в мире иллюзий [21-38].

1. Отсутствие статистической устойчивости – ЭЭЗ.

В эффекте Еськова-Зинченко (ЭЭЗ) доказано, что все 15 выборок кардиоинтервалов одного и того же испытуемого (в его неизменном физиологическом, физическом, психическом и т.д. состояниях) статистически не совпадают. Именно это было и доказываю в ряде работ на примере

кардиоинтервалов (ЭЭЗ сначала был доказан на треморограммах, где $p_{i,i+1} \leq 0,05$).

Далее, понятие квазиаттрактора (лучше псевдоаттрактора – ПА) вводится в новой теории хаоса-самоорганизации (ТХС). Его нет в теории динамических систем и в статистике. Мы показали, что эти параметры ПА могут обрабатываться статистически. Это показывает преимущество нашей ТХС к традиционной статистике. Мы полностью не отвергаем математическую статистику, но мы показываем невозможность дальше работать с выборками КИ (из-за их уникальности). Нет прогноза будущего!

Все наши работы показывают, что любая выборка КИ уникальна (статистически неповторима), а нобелевский лауреат R. Penrose отрицает возможность применения современной науки к таким неустойчивым системам (см. «Новый ум Короля» - его монография) [10].

Для усиления этого тезиса мы напомним о наших многочисленных публикациях, где рассматривается проблема однородности групп [10-22]. Подчеркнем, что есть таблицы для 15 разных человек (сравнение их выборок КИ) и в этих таблицах число пар, которые имеют общую генеральную совокупность, крайне мало (обычно $k < 20$). Для примера мы представляем таблицу 1.

Таблица 1

Матрица парных сравнений с использованием критерия Краскела-Уоллиса для 15 выборок кардиоинтервалов представительниц первой возрастной группы

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		0	0	0	0	0	0	0	1,00	1,00	0	0	0	0	0
2	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0		1,00	1,00	0	0	0	0	0	1,00	0	1,00	0
5	0	0	0	1,00		1,00	0	0	0	0	0	1,00	0	1,00	0
6	0	0	0	1,00	1,00		0	0	0	0	0,08	1,00	0	1,00	0
7	0	0	0	0	0	0		0,20	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0,20		0	0	0	0	1,00	0	0
9	1,00	0	0	0	0	0	0	0		1,00	0	0	0	0	0
10	1,00	0	0	0	0	0	0	0	1,00		0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0,01	0,08	0	0	0	0		0,01	0	0,18	0
12	0	0	0	0	1,00	1,00	0	0	0	0	0,01		0	1,00	0
13	0	0	0	0	0	0	0	1,00	0	0	0	0		0	0
14	0	0	0	1,00	1,00	1,00	0	0	0	0	0,18	1,00	0		0
15	0	0	1,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Таблица 2

Результаты попарного сравнения выборок КИ испытуемых трех возрастных групп

Номер возрастной группы	Число k пар выборок КИ	
	Сравнение по критерию Краскела-Уоллиса	Сравнение по критерию Кендалла
1	161	39
2	158	63
3	141	99

Это как пример, но мы их рассчитали несколько сотен для таких выборок КИ. Везде имеется ЭЭЗ [10-22]. Нет устойчивости и нет однородности выборок.

Мы не можем работать с уникальными выборками (нет статистических совпадений выборок одного и того же человека, в покое).

Более того, статистика не может работать с неоднородными группами. В таблице 2 представлены результаты попарного сравнения выборок КИ представительниц трех возрастных групп с использованием непараметрических критериев Краскела-Уоллиса и Кендалла.

Здесь группы большие и мы не можем показать всю таблицы (как выше).

Во всех возрастных группах имеется ограниченное число k пар, где $p > 0,05$. Таким образом, по критерию Краскела-Уоллиса: для первой возрастной группы (из 760 пар) к одной генеральной совокупности относится $k = 161$ (21%), для второй возрастной группы $k = 158$ (19%), для третьей возрастной группы $k = 141$ (17%). Это дает традиционный критерий.

При использовании критерия согласия Кендалла, для первой возрастной группы из 760 пар, сильные (тесные) связи присутствуют между $k = 39$ (5,13%) парами КИ. Для второй возрастной группы число пар совпадений составило $k = 63$ (8,68%) из 760. В третьей возрастной группе число пар совпадений составило $k = 99$ (13,03%). Уровень значимости для данного критерия был принят $p = 0,01$, т.е. с достоверностью 99,99% мы будем утверждать, что полученные нами результаты адекватны.

Очевидно, что критерий Кендалла показывает более жесткие доказательства реальности уникальности выборок. И мы приближаемся уже к так называемой «доказательной медицине». Очевидно, что она никогда(!) не может быть использована для анализа выборок КИ. Уникальные выборки (ЭЭЗ) и неоднородные группы статистика не изучает. Любая выборка уникальная.

2. Новые понятия (псевдоаттрактора) и новая ТХС.

Мы применили метод матриц парных сравнений как для индивидуальных испытуемых, так и для групп в различных функциональных состояниях (возраст, нормогенез, брадикардия, тахикардия). Это доказывает ЭЭЗ [23-39], т.е. выборки не дают прогноза.

Также выборки нельзя использовать для прогноза состояния сердечно-сосудистой системы. Напомним, что в современной науке нет понятия псевдоаттракторов (ПА) (квазиаттракторов – КА Еськова в наших работах), но их можно рассчитывать в рамках статистики. Мы не отвергаем полностью статистику.

Мы просто говорим, что нет совпадений и нет прогноза, биосистемы не

эргодичны. Более того, любая группа (с параметрами сердечно-сосудистой системы) не может быть однородна (их выборки – 15 человек), выборка каждого испытуемого не имеет общую генеральную совокупность. В таблице 2 из 760 различных пар сравнений (для 40 человек в каждой группе) мы имеем менее 21% пар, которые имеют общую генеральную совокупность. В итоге любая группа испытуемых не может быть однородна. С чем работала биомедицина 200 лет?

Отсутствие повторения (статистического) любой выборки (для одного испытуемого) и отсутствие однородности выборки (это мы показываем во всей диссертации!) говорит о правоте W. Weaver: биосистемы – это особые системы 3-го типа (СТТ).

Особые СТТ – это основа всех наших исследований, это легко проверить любому человеку на планете (15 раз зарегистрировать выборки КИ и построить матрицы парных сравнений КИ). Эти выборки статистически почти не совпадают!

Отметим, что мы говорим не об абстрактных распределениях $F(t)$, а о биосистемах. Они могут легко выходить за 20 сигм, что в статистике вообще не рассматривается. Во всех наших исследованиях мы используем статистику, чтобы показать ее границы применения. Альтернатива – методы ТХС, именно ТХС показывает границы статистики.

Приведу пример. У среднего человека средний период для КИ $\langle T \rangle \approx 1$ сек. (60 ударов в минуту). При этом среднеквадратическое отклонение $G \approx 0,1$ (у нас таких примеров сотни). Есть методы остановки сердца (временные!), когда $T_1 = 10$ сек. и тогда имеем $10/0,1 = 100$ сигм. Это доказывает выход такого (одного) интервала за пределы 100 сигм. Где еще есть такие примеры в технике и физике? Биосистемы – это уникальные системы и они не объект статистики. Выход за 20 (или 100) сигм, ЭЭЗ, потеря однородности – все это в ТХС.

Везде мы говорим о статистических функциях распределения. Мы четко понимаем, что по выборке мы никогда не

найдем $F(x)$, так как имеется гипотетическая генеральная совокупность (мы ее никогда не найдем на практике).

Многokrратно мы представляли расчет статистических корреляционных функций (коррелограмм) по 15 выборкам одного и того же человека. Любая коррелограмма никогда не стремится к нулю! Кривая колеблется (находится) около нуля и принимает то положительные, то отрицательные значения.

Отметим, что аналогичный результат мы получили и по старшим показателям Ляпунова λ_i (то $\lambda_i > 0$, то $\lambda_i < 0$ на разных интервалах измерения). Сравнение технических системам с работой сердца делать не стоит, так как там процесс сознательный (управление), а сердце регулируется бессознательно. Имеется много работ по расчету λ_i (хаоса Лоренца) по выборкам (см. например Беспалов А.В., Поляхов Н.Д., Якупов О.Э., Головки В. А.). Мы использовали наиболее доступные методы и многократно показали неустойчивость знака λ_i (по разным выборкам).

В итоге, сейчас нами опубликованы более 10 статей в Scopus и Web of Science, где мы показываем: динамический хаос Лоренца не имеет никакого отношения к биосистемам. Биокibernетика не объект статистики, ЭЭЗ завершает применение статистики к СТТ.

Еще раз подчеркнем, никто (до открытия ЭЭЗ в биосистемах) не ставил вопрос о том, что происходит до интервала Δt_1 , между интервалами Δt_1 и Δt_2 , и после Δt_2 . Мы доказали отсутствие эргодичности у биосистем (например, для КИ). Более того, мы доказали отсутствие однородности любой выборки, любой группы испытуемых. Это означает, что вся биомедицина находится в иллюзиях (с неоднородными группами статистика не работает) о возможности применения статистики.

Выводы.

Мы доказали отсутствие динамического хаоса Лоренца у любых выборок КИ. Нет устойчивости в знаках старшего показателя Ляпунова, а автокорреляционная функция не

стремиться к нулю. ЭЭЗ доказывает уникальность выборки КИ, нет прогноза будущего.

В итоге мы предлагаем работать с матрицами парных сравнений выборок КИ и рассчитывать параметры КА (или ПА). Главное – это показать границы стохастичности и показать возможности расчета матриц парных сравнений выборок в ЭЭЗ. Все это приводит к разработке новой науки (ТХС), но это уже другая область знаний, которая выходит за пределы современной детерминистской и стохастической науки, здесь нужна новая математика.

Литература

1. Reynard A, Gevirtz R, Berlow R, Brown M, Boutelle K. Heart rate variability as a marker of self-regulation. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*. 2011, 36 (3), pp. 209-215.
2. Газя Г.В., Еськов В.В., Стратан Н.Ф., Салимова Ю.В., Игнатенко Ю.С. Использование искусственных нейросетей в промышленной экологии. // Вестник новых медицинских технологий. – 2021. – Т. 28. – № 2. – С. 111-114.
3. Хадарцева К. А., Филатова О. Е. Новое понимание стационарных режимов биологических систем. // Успехи кибернетики. – 2022. – 3(3).– Стр. 92-101. DOI: 10.51790/2712-9942-2022-3-3-10.
4. Твердислов В.А., Манина Е.А. Возможны ли причинно-следственные связи в науках о биосистемах? // Вестник новых медицинских технологий. – 2021. – Т. 28. – № 1. – С.64-68.
5. Galkin V.A., Gavrilenko T.V., Gazya G.V., Filatov M.A. Models of uncertainty in the framework of compartment-cluster theory for research of instability biosystems // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 981 (2022) 032004 doi:10.1088/1755-1315/981/3/032004
6. Пятин В. Ф., Еськов В. В., Филатова О. Е., Башкатова Ю. В. Новые представления о гомеостазе и

- эволюции гомеостаза // Архив клинической и экспериментальной медицины. – 2019. – Т. 28, № 1. – С. 21-27.
7. Еськов В.М., Пятин В.Ф., Башкатова Ю.В. Медицинская и биологическая кибернетика: перспективы развития. // Успехи кибернетики. – 2020. – Т.1, №1. – С. 64-72.
 8. Филатов М.А., Прохоров С.А., Ивахно Н.В., Головачева Е.А., Игнатенко А.П. Возможности моделирования статистической неустойчивости выборок в физиологии. // Вестник новых медицинских технологий. – 2020. – Т. 27. – № 2. – С.120-124.
 9. Weaver W. Science and Complexity // American Scientist. – 1948. – Vol. 36. – Pp. 536-544.
 10. Penrose R. The Emperor's New Mind: Concerning Computers, Mind and Laws of Physics (Oxford: Oxford University Press, 1989).
 11. Еськов В.М., Хадарцев А.А., Галкин В.А., Филатова О.Е. Великие проблемы Гинзбурга и биомедицинские науки. // Вестник новых медицинских технологий. – 2021. – Т. 28. – № 2. – С.115-120.
 12. Зимин М.И., Пятин В.Ф., Филатов М.А., Шакирова Л.С. Что общего между «Fuzziness» L. A. Zadeh И «Complexity» W. Weaver в кибернетике. // Успехи кибернетики. – 2022, – 3(3). – Стр.102-112. DOI: 10.51790/2712-9942-2022-3-3-11
 13. Eskov V.V., Gazya G.V., Bashkatova Yu.V., Filatova O.E. Systems synthesis: environmental factors impact assessment in non indigenous women living in the North // *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 981 032089 DOI 10.1088/1755-1315/981/3/032089
 14. Eskov V.V., Manina E.A., Filatov M.A., Gavrilenko T.V. Living systems' chaos: The problem of reduction in physics and biology // AIP Conference Proceedings 2647, 070031 (2022) <https://doi.org/10.1063/5.0106816>
 15. Заславский Б.Г., Филатов М.А., Еськов В.В., Манина Е.А. Проблема нестационарности в физике и биофизике. // Успехи кибернетики. – 2020. – Т. 1, №2. – С. 61–67.
 16. Хадарцев А.А., Филатова О.Е., Еськов В.В., Мандрыка И.А. Энтропийный подход в физике живых систем и теории хаоса-самоорганизации. // Успехи кибернетики. – Успехи кибернетики. – 2020. – Т. 1, №3. – С. 41-49.
 17. Чемпалова Л.С., Яхно Т.А., Манина Е.А., Игнатенко А.П., Оразбаева Ж.А. Гипотеза W.Weaver при изучении произвольных и непроизвольных движений. // Вестник новых медицинских технологий. – 2021. – Т. 28. – № 1. – С.75-77.
 18. Еськов В.В., Ивахно Н.В., Гриценко И.А., Мамина К.Е. Новое понятие системного синтеза в биомедицине и экологии человека // Вестник новых медицинских технологий. – 2021. – Т. 28. – № 4. – С. 118-122.
 19. Еськов В.В. Системный анализ и синтез в биомедицине // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. – 2021. – Т. 15, № 4. – С. 31-44.
 20. Галкин В.А., Филатов М.А., Музиева М.И., Самойленко И.С. Базовые аксиомы биокибернетики и их инварианты // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2022. – № 2. – С. 65-79.
 21. Gazya G.V., Eskov V.V., Gavrilenko T.V., Stratan N.F. Artificial Intelligence Systems Based on Artificial Neural Networks in Ecology // In: Silhavy, R. (eds) *Cybernetics Perspectives in Systems. CSOC 2022. Lecture Notes in Networks and Systems.* – 2022. – Vol 503. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-09073-8_14
 22. Галкин В.А., Еськов В.В., Пятин В.Ф., Кирасирова Л.А., Кульчицкий В.А. Существует ли стохастическая устойчивость выборок в нейронауках? // Новости медико-биологических наук. – 2020. – Т. 20, № 3. – С. 126-132.

23. Еськов В.В. Математическое моделирование гомеостаза и эволюции *complexity*: монография. Тула: Издательство ТулГУ, 2016. – 307 с.
24. Eskov V.V., Orlov, E.V., Gavrilenko, T.V., Manina, E.A. (2022). Capabilities of Artificial Neuron Networks for System Synthesis in Medicine. // In: Silhavy, R. (eds) Cybernetics Perspectives in Systems. CSOC 2022. Lecture Notes in Networks and Systems. – 2022.– vol 503. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-09073-8_16
25. Бодин О.Н., Галкин В.А., Филатова О.Е., Башкатова Ю.В. Анализ возникновения динамического хаоса в биосистемах // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2021. №4. Публикация 1-8. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2021-4/1-8.pdf> (дата обращения: 30.08.2021). DOI: 10.24412/2075-4094-2021-4-1-8*
26. Еськов В.В., Пятин В.Ф., Филатова Д.Ю. Башкатова Ю.В. Хаос параметров гомеостаза сердечно-сосудистой системы человека / Самара: Изд-во ООО «Порто-Принт», 2018. – 312 с.
27. Еськов В.В., Башкатова Ю.В., Шакирова Л.С., Веденева Т.С., Мордвинцева А.Ю. Проблема стандартов в медицине и физиологии // Архив клинической медицины. – 2020. – Т. 29, № 3. – С. 211-216.
28. Бернштейн Н.А. О построении движений – М.: Медгиз, 1947. – 254с.
29. Eskov V.M., Galkin V.A., Filatova O.E. The connectedness between past and future states of biosystems? // AIP Conference Proceedings 2467, 080027 (2022); <https://doi.org/10.1063/5.0095266>
30. Filatova O.E., Galkin V.A., Eskov V.V., Filatov M.A., Gavrilenko T.V. Warren Weaver's Complexity and Fuzziness of Lotfi A. Zadeh Leading to Uncertainty in Biosystem Study // AIP Conference Proceedings 2467, 060046 (2022); <https://doi.org/10.1063/5.0092442>
31. Еськов В.В., Пятин В.Ф., Шакирова Л.С., Мельникова Е.Г. Роль хаоса в регуляции физиологических функций организма / Под ред. А.А. Хадарцева. Самара: ООО «Порто-принт», 2020. – 248 с.
32. Еськов В.М., Колосова А.И., Фадюшина С.И., Мордвинцева А.Ю. Хаотическая динамика ритмики сердца // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2021. – № 1. – С. 25-34.
33. Еськов В.В., Галкин В.А., Гавриленко Т.В., Филатова О.Е., Веденева Т.С. Понятие сложности у W. Weaver и I.R. Prigogine // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2021. – № 4. – С. 45-57.
34. Еськов В.М., Галкин В.А., Филатова О.Е. Complexity: хаос гомеостатических систем / Под ред. Г.С. Розенберга. Самара: Изд-во ООО «Порто-принт», 2017. – 388 с.
35. Галкин В.А., Прохоров С.А., Гавриленко Т.В., Ефремов И.В., Чиркова Р.В. Системный синтез параметров в медицине // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2021. №6. Публикация 1-8. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2021-6/1-8.pdf> (дата обращения: 20.12.2021). DOI: 10.24412/2075-4094-2021-6-1-8*
36. Еськов В.М., Галкин В.А., Филатова О.Е. Конец определенности: хаос гомеостатических систем / Под ред. Хадарцева А.А., Розенберга Г.С. Тула: изд-во Тульское производственное полиграфическое объединение, 2017. – 596 с.
37. Еськов В.М., Галкин В.А., Пятин В.Ф., Филатов М.А. Организация движений: стохастика или хаос? / Под ред. член-корр. РАН, д.биол.н., профессора Г.С. Розенберга. Самара: Издательство ООО «Порто-принт», 2020. – 144 с.
38. Пятин В. Ф., Еськов В.В. Может ли быть статичным гомеостаз? // Успехи кибернетики. – Успехи кибернетики. – 2021.– Т. 2, №1. – С. 41-49.
39. Горбунова М.Н., Мордвинцева А.Ю., Веденева Т.С., Воробей О.А., Мандрыка И.А. Проблема однородности выборок произвольных и

- непроизвольных движений человека. // Вестник новых медицинских технологий. – 2021. – Т. 28. – № 1. – С.60-63.
40. Khadartsev A.A., Eskov V.V., Pyatin V.F., Filatov M.A. The Use of Tremorography for the assessment of motor functions // *Biomedical engineering*. – 2021. – Vol. 54, No. 6. – Pp. 388-392.
 41. Eskov V.V. Modeling of biosystems from the stand point of “complexity” by W. Weaver and “fuzziness” by L.A. Zadeh // *Journal of Physics Conference Series*. 2021. Vol. 1889(5). P. 052020 DOI:10.1088/1742-6596/1889/5/052020
 42. Filatova O.E., Bashkatova Yu.V., Shakirova L.S., Filatov M.A. Neural network technologies in system synthesis // *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*. 2021. Vol. 1047. P. 012099 DOI: 10.1088/1757-899X/1047/1/012099
 43. Grigorenko V.V., Nazina N.B., Filatov M.A., Chempalova L.S., Tretyakov S.A. New information technologies in the estimation of the third type systems // *Journal of Physics: Conference Series*. 2021. Vol. 1889. P. 032003 DOI:10.1088/1742-6596/1889/3/032003
 44. Khadartsev A.A., Eskov V.V., Pyatin V.F., Filatov M.A. The Use of Tremorography for the assessment of motor functions // *Biomedical engineering*. 2021. Vol. 54(6). Pp. 388-392. DOI:10.1007/s10527-021-10046-6
 45. Kozlova V.V., Galkin V.A., Filatov M.A. Diagnostics of brain neural network states from the perspective of chaos // *Journal of Physics Conference Series*. 2021. Vol. 1889(5). P. 052016 DOI:10.1088/1742-6596/1889/5/052016
 46. Gazya G.V., Eskov V.M. Uncertainty of the first type in industrial ecology // *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 839(2021) 042072 doi:10.1088/1755-1315/839/4/042072
 47. Filatov M.A., Poluhin V.V., Shakirova L.S. Identifying objective differences between voluntary and involuntary motion in biomechanics. // *Human. Sport. Medicine*. – 2021. –Vol. 21 (1). – Pp. 145-149.
 48. Eskov V.V., Filatov M.A., Galkin V.A., Filatova O.E. New computational methods for investigation of the third type of systems. // *AIP Conference Proceedings* – 2021.– 2402, 050017, doi.org/10.1063/5.0073431
 49. Eskov V.V., Galkin V.A., Gavrilenko T.V., Gazya G.V., Filatov M.A. Models of uncertainty in the framework of compartment-cluster theory // *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 981 032004
 50. Eskov V.M. Methods for Identifying Two Types of Uncertainty in BioCybernetics // *AIP Conference Proceedings* 2402, 050042 (2021); <https://doi.org/10.1063/5.0072488>
 51. Eskov V.M., Filatov M.A., Grigorenko V.V., Pavlyk A.V. New information technologies in the analysis of electroencephalograms // *Journal of Physics Conference Series*. 2020. Vol. 1679. P. 032081 DOI:10.1088/1742-6596/1679/3/032081
 52. Eskov V.V., Galkin V.A., Filatova O.E., Filatov M.A., Eskov V.M. The Problem of Statistical Instability of Samples of Biosystems Requires New Invariants // *Proceedings of 5th Computational Methods in Systems and Software 2021* - pp. 1010–1022, Vol. 2 ISBN 978-3-030-90320-6
 53. Filatov M.A., Eskov V.M., Shamov K. A. The problem of ergodicity of biosystems // *Scientific research of the SCO countries: Synergy and integration, Proceedings of the international Conference (April 20, Beijing, China 2022)* – Pp.77-84. DOI 10.34660/INF.2022.48.77.121
 54. Eskov V.V., Manina E.A., Filatov M.A., Gavrilenko T.V. Living systems' chaos: the problem of reduction in physics and biology // *AIP Conference Proceedings* 2647, 070031 (2022); <https://doi.org/10.1063/5.0106816>

References

1. Reynard A, Gevirtz R, Berlow R, Brown M, Boutelle K. Heart rate variability as a marker of self-regulation. *Applied*

- Psychophysiology and Biofeedback*. 2011, 36 (3), pp. 209-215.
- Gazyu G.V., Eskov V.V., Stratan N.F., Salimova Yu.V., Ignatenko Yu.S. Ispol'zovanie iskusstvennyh nejrosetej v promyshlennoj ekologii. // Vestnik novyh medicinskih tekhnologij. Elektronnoe izdanie [Journal of new medical technologies. Electronic edition]. – 2021. – T. 28. – № 2. – S. 111-114.
 - Hadarceva K. A., Filatova O. E. Novoe ponimanie stacionarnyh rezhimov biologicheskikh sistem. // Uspekhi kibernetiki [Russian Journal of Cybernetics] [Russian Journal of Cybernetics]. – 2022. – 3(3). – Str. 92-101. DOI: 10.51790/2712-9942-2022-3-3-10.
 - Tverdislov V.A, Manina E.A. Vozmozhny li prichinno-sledstvennye svyazi v naukah o biosistemah? // Vestnik novyh medicinskih tekhnologij. Elektronnoe izdanie [Journal of new medical technologies. Electronic edition]. – 2021. – T. 28. – № 1. – S.64-68.
 - Galkin V.A., Gavrilenko T.V., Gazyu G.V., Filatov M.A. Models of uncertainty in the framework of compartment-cluster theory for research of instability biosystems // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 981 (2022) 032004 doi:10.1088/1755-1315/981/3/032004
 - Pyatin V. F., Eskov V. V., Filatova O. E., Bashkatova Yu. V. Novye predstavleniya o gomeostaze i evolyucii gomeostaza // Arhiv klinicheskoy i eksperimental'noj mediciny [Archive of Clinical and Experimental Medicine]. – 2019. – T. 28, № 1. – S. 21-27.
 - Eskov V.M., Pyatin V.F., Bashkatova Yu.V. Medicinskaya i biologicheskaya kibernetika: perspektivy razvitiya. // Uspekhi kibernetiki [Russian Journal of Cybernetics] [Russian Journal of Cybernetics]. – 2020. – T.1, №1. – S. 64-72.
 - Filatov M.A., Prohorov S.A., Ivahno N.V., Golovacheva E.A., Ignatenko A.P. Vozmozhnosti modelirovaniya statisticheskoy neustojchivosti vyborok v fiziologii. // Vestnik novyh medicinskih tekhnologij. Elektronnoe izdanie [Journal of new medical technologies. Electronic edition]. – 2020. – T. 27. – № 2. – S.120-124.
 - Weaver W. Science and Complexity // American Scientist. – 1948. – Vol. 36. – Pp. 536-544.
 - Penrose R. The Emperor's New Mind: Concerning Computers, Mind and Laws of Physics (Oxford: Oxford University Press, 1989).
 - Eskov V.M., Hadarcev A.A., Galkin V.A., Filatova O.E. Velikie problemy Ginzburga i biomedicinskie nauki. // Vestnik novyh medicinskih tekhnologij. Elektronnoe izdanie [Journal of new medical technologies. Electronic edition]. – 2021. – T. 28. – № 2. – S.115-120.
 - Zimin M.I., Pyatin V.F., Filatov M.A., Shakirova L.S. Chto obshchego mezhdou «Fuzziness» L. A. Zadeh i «Complexity» W. Weaver v kibernetike. // Uspekhi kibernetiki [Russian Journal of Cybernetics] [Russian Journal of Cybernetics]. – 2022, – 3(3). – Str.102-112. DOI: 10.51790/2712-9942-2022-3-3-11
 - Eskov V.V., Gazyu G.V., Bashkatova Yu.V., Filatova O.E. Systems synthesis: environmental factors impact assessment in non indigenous women living in the North // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. – 2022.– Sci. 981 032089 DOI 10.1088/1755-1315/981/3/032089
 - Eskov V.V., Manina E.A., Filatov M.A., Gavrilenko T.V. Living systems' chaos: The problem of reduction in physics and biology // AIP Conference Proceedings 2647, 070031 (2022) <https://doi.org/10.1063/5.0106816>
 - Zaslavskij B.G., Filatov M.A., Eskov V.V., Manina E.A. Problema nestacionarnosti v fizike i biofizike. // Uspekhi kibernetiki [Russian Journal of Cybernetics] [Russian Journal of Cybernetics]. – 2020. – T. 1, №2. – S. 61–67.
 - Hadarcev A.A., Filatova O.E., Eskov V.V., Mandryka I.A. Entropijnyj podhod v fizike zhivyh sistem i teorii haosa-

- samoorganizacii. // Uspekhi kibernetiki [Russian Journal of Cybernetics] [Russian Journal of Cybernetics]. – Uspekhi kibernetiki [Russian Journal of Cybernetics] [Russian Journal of Cybernetics]. – 2020. – Т. 1, №3. – С. 41-49.
17. Chempalova L.S., Yahno T.A., Manina E.A., Ignatenko A.P., Orazbaeva Zh.A. Gipoteza W.Weaver pri izuchenii proizvol'nyh i neproizvol'nyh dvizhenij. // Vestnik novyh medicinskih tekhnologij. Elektronnoe izdanie [Journal of new medical technologies. Electronic edition]. – 2021. – Т. 28. – № 1. – С.75-77.
18. Eskov V.V., Ivahno N.V., Gricenko I.A., Mamina K.E. Novoe ponyatie sistemnogo sinteza v biomedicine i ekologii cheloveka // Vestnik novyh medicinskih tekhnologij. Elektronnoe izdanie [Journal of new medical technologies. Electronic edition]. – 2021. – Т. 28. – № 4. – С. 118-122.
19. Eskov V.V. Sistemnyj analiz i sintez v biomedicine // Vestnik novyh medicinskih tekhnologij. Elektronnoe izdanie [Journal of new medical technologies. Electronic edition]. Elektronnoe izdanie. – 2021. – Т. 15, № 4. – С. 31-44.
20. Galkin V.A., Filatov M.A., Muzieva M.I., Samojlenko I.S. Bazovye aksiomy biokibernetiki i ih invarianty // Slozhnost'. Razum. Postneklassika. – 2022. – № 2. – С. 65-79.
21. Gazya G.V., Eskov V.V., Gavrilenko T.V., Stratan N.F. Artificial Intelligence Systems Based on Artificial Neural Networks in Ecology // In: Silhavy, R. (eds) Cybernetics Perspectives in Systems. CSOC 2022. Lecture Notes in Networks and Systems. – 2022. – Vol 503. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-09073-8_14
22. Galkin V.A., Eskov V.V., Pyatin V.F., Kirasirova L.A., Kul'chickij V.A. Sushchestvuet li stohasticheskaya ustojchivost' vyborok v nejronaukah? // Novosti mediko-biologicheskikh nauk [News of medical and biological sciences] [News of medical and biological sciences]. – 2020. – Т. 20, № 3. – С. 126-132.
23. Eskov V.V. Matematicheskoe modelirovanie gomeostaza i evolyucii complexity: monografiya. Tula: Izdatel'stvo TulGU, 2016. – 307 s.
24. Eskov V.V., Orlov, E.V., Gavrilenko, T.V., Manina, E.A. (2022). Capabilities of Artificial Neuron Networks for System Synthesis in Medicine. // In: Silhavy, R. (eds) Cybernetics Perspectives in Systems. CSOC 2022. Lecture Notes in Networks and Systems. – 2022. – vol 503. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-09073-8_16
25. Bodin O.N., Galkin V.A., Filatova O.E., Bashkatova Yu.V. Analiz vozniknoveniya dinamicheskogo haosa v biosistemah // Vestnik novyh medicinskih tekhnologij. Elektronnoe izdanie [Journal of new medical technologies. Electronic edition]. Elektronnoe izdanie. 2021. №4. Publikaciya 1-8. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2021-4/1-8.pdf> (data obrashcheniya: 30.08.2021). DOI: 10.24412/2075-4094-2021-4-1-8*
26. Eskov V.V., Pyatin V.F., Filatova D.Yu. Bashkatova Yu.V. Haos parametrov gomeostaza serdechno-sosudistoj sistemy cheloveka / Samara: Izd-vo OOO «Porto-Print», 2018. – 312 s.
27. Eskov V.V., Bashkatova Yu.V., Shakirova L.S., Vedeneeva T.S., Mordvinceva A.Yu. Problema standartov v medicine i fiziologii // Arhiv klinicheskoy mediciny. – 2020. – Т. 29, № 3. – С. 211-216.
28. Bernshtejn N.A. O postroenii dvizhenij – M.: Medgiz, 1947. – 254s.
29. Eskov V.M., Galkin V.A., Filatova O.E. The connectedness between past and future states of biosystems? // AIP Conference Proceedings 2467, 080027 (2022); <https://doi.org/10.1063/5.0095266>
30. Filatova O.E., Galkin V.A., Eskov V.V., Filatov M.A., Gavrilenko T.V. Warren Weaver's Complexity and Fuzziness of Lotfi A. Zadeh Leading to Uncertainty in Biosystem Study // AIP Conference Proceedings 2467, 060046 (2022); <https://doi.org/10.1063/5.0092442>
31. Eskov V.V., Pyatin V.F., Shakirova L.S., Mel'nikova E.G. Rol' haosa v regulyacii

- fiziologicheskikh funkcij organizma / Pod red. A.A. Hadarceva. Samara: OOO «Porto-print», 2020. – 248 s.
32. Eskov V.M., Kolosova A.I., Fadyushina S.I., Mordvinceva A.Yu. Naoticheskaya dinamika ritmiki serdca // Slozhnost'. Razum. Postneklassika. – 2021. – № 1. – S. 25-34.
33. Eskov V.V., Galkin V.A., Gavrilenko T.V., Filatova O.E., Vedeneeva T.S. Ponyatie slozhnosti u W. Weaver i I.R. Prigogine // Slozhnost'. Razum. Postneklassika. – 2021. – № 4. – S. 45-57.
34. Eskov V.M., Galkin V.A., Filatova O.E. Complexity: haos gomeostaticeskikh sistem / Pod red. G.S. Rozenberga. Samara: Izd-vo OOO «Porto-print», 2017. – 388 s.
35. Galkin V.A., Prohorov S.A., Gavrilenko T.V., Efremov I.V., Chirkova R.V. Sistemnyj sintez parametrov v medicine // Vestnik novykh medicinskih tekhnologij. Elektronnoe izdanie [Journal of new medical technologies. Electronic edition]. Elektronnoe izdanie. 2021. №6. Publikaciya 1-8. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2021-6/1-8.pdf> (data obrashcheniya: 20.12.2021). DOI: 10.24412/2075-4094-2021-6-1-8*
36. Eskov V.M., Galkin V.A., Filatova O.E. Konec opredelennosti: haos gomeostaticeskikh sistem / Pod red. Hadarceva A.A., Rozenberga G.S. Tula: izd-vo Tul'skoe proizvodstvennoe poligraficheskoe ob"edinenie, 2017. – 596 s.
37. Eskov V.M., Galkin V.A., Pyatin V.F., Filatov M.A. Organizaciya dvizhenij: stohastika ili haos? / Pod. red. chlen-korr. RAN, d.biol.n., professora G.S. Rozenberga. Samara: Izdatel'stvo OOO «Porto-print», 2020. – 144 s.
38. Pyatin V. F., Eskov V.V. Mozhet li byt' statichnym gomeostaz? // Uspekhi kibernetiki [Russian Journal of Cybernetics] [Russian Journal of Cybernetics]. – Uspekhi kibernetiki [Russian Journal of Cybernetics] [Russian Journal of Cybernetics]. – 2021. – T. 2, №1. – S. 41-49.
39. Gorbunova M.N., Mordvinceva A.Yu., Vedeneeva T.S., Vorobej O.A., Mandryka I.A. Problema odnorodnosti vyborok proizvol'nyh i neproizvol'nyh dvizhenij cheloveka. // Vestnik novykh medicinskih tekhnologij. Elektronnoe izdanie [Journal of new medical technologies. Electronic edition]. – 2021. – T. 28. – № 1. – S.60-63.
40. Khadartsev A.A., Eskov V.V., Pyatin V.F., Filatov M.A. The Use of Tremorography for the assessment of motor functions // Biomedical engineering. – 2021. – Vol. 54, No. 6. – Pp. 388-392.
41. Eskov V.V. Modeling of biosystems from the stand point of “complexity” by W. Weaver and “fuzziness” by L.A. Zadeh // Journal of Physics Conference Series. 2021. Vol. 1889(5). P. 052020 DOI:10.1088/1742-6596/1889/5/052020
42. Filatova O.E., Bashkatova Yu.V., Shakirova L.S., Filatov M.A. Neural network technologies in system synthesis // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. 2021. Vol. 1047. P. 012099 DOI: 10.1088/1757-899X/1047/1/012099
43. Grigorenko V.V., Nazina N.B., Filatov M.A., Chempalova L.S., Tretyakov S.A. New information technologies in the estimation of the third type systems // Journal of Physics: Conference Series. 2021. Vol. 1889. P. 032003 DOI:10.1088/1742-6596/1889/3/032003
44. Khadartsev A.A., Eskov V.V., Pyatin V.F., Filatov M.A. The Use of Tremorography for the assessment of motor functions // Biomedical engineering. 2021. Vol. 54(6). Pp. 388-392. DOI:10.1007/s10527-021-10046-6
45. Kozlova V.V., Galkin V.A., Filatov M.A. Diagnostics of brain neural network states from the perspective of chaos // Journal of Physics Conference Series. 2021. Vol. 1889(5). P. 052016 DOI:10.1088/1742-6596/1889/5/052016
46. Gazya G.V., Eskov V.M. Uncertainty of the first type in industrial ecology // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 839(2021) 042072 doi:10.1088/1755-1315/839/4/042072

47. Filatov M.A., Poluhin V.V., Shakirova L.S. Identifying objective differences between voluntary and involuntary motion in biomechanics. // *Human. Sport. Medicine.* – 2021. –Vol. 21 (1). – Pp. 145-149.
48. Eskov V.V., Filatov M.A., Galkin V.A., Filatova O.E. New computational methods for investigation of the third type of systems. // *AIP Conference Proceedings* – 2021.– 2402, 050017, doi.org/10.1063/5.0073431
49. Eskov V.V., Galkin V.A., Gavrilenko T.V., Gazya G.V., Filatov M.A. Models of uncertainty in the framework of compartment-cluster theory // *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 981 032004
50. Eskov V.M. Methods for Identifying Two Types of Uncertainty in BioCybernetics // *AIP Conference Proceedings* 2402, 050042 (2021); <https://doi.org/10.1063/5.0072488>
51. Eskov V.M., Filatov M.A., Grigorenko V.V., Pavlyk A.V. New information technologies in the analysis of electroencephalograms // *Journal of Physics Conference Series.* 2020. Vol. 1679. P. 032081 DOI:10.1088/1742-6596/1679/3/032081
52. Eskov V.V., Galkin V.A., Filatova O.E., Filatov M.A., Eskov V.M. The Problem of Statistical Instability of Samples of Biosystems Requires New Invariants // *Proceedings of 5th Computational Methods in Systems and Software 2021* - pp. 1010–1022, Vol. 2 ISBN 978-3-030-90320-6
53. Filatov M.A., Eskov V.M., Shamov K. A. The problem of ergodicity of biosystems // *Scientific research of the SCO countries: Synergy and integration, Proceedings of the international Conference (April 20, Beijing, China 2022)* – Pp.77-84. DOI 10.34660/INF.2022.48.77.121
54. Eskov V.V., Manina E.A., Filatov M.A., Gavrilenko T.V. Living systems' chaos: the problem of reduction in physics and biology // *AIP Conference Proceedings* **2647**, 070031 (2022); <https://doi.org/10.1063/5.0106816>