

ТЕОРИЯ ДИНАМИЧЕСКОГО ХАОСА НЕ МОЖЕТ ОПИСЫВАТЬ БИОСИСТЕМЫ

В.М. ЕСЬКОВ¹, Т.В. ГАВРИЛЕНКО², М.И. МУЗИЕВА², И.С. САМОЙЛЕНКО²

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. Целый ряд нобелевских лауреатов были уверены в перспективах использования моделей динамического хаоса Лоренца в описании биосистем. Однако реальность оказалась другой и был доказан эффект Еськова-Зинченко. В этом эффекте мы имеем хаос статистических функций распределения. При этом нет сохранения инвариант в пределах псевдоаттракторов и автокорреляционные функции не стремятся к нулю. Хаос биосистем имеет другую природу и он связан с непрерывной самоорганизацией и изменением режимов функционирования. Это особый статистический хаос.

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

THE DYNAMICAL CHAOS THEORY CAN NOT DESCRIBE BIOSYSTEMS

V.M. ESKOV¹, T.V. GAVRILENKO², M.I. MUZIEVA², I.S. SAMOILENKO²

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

²Surgut State University, Lenin str., 1, Surgut, Russia, 628400

Abstract. Many Nobel prize winner were sure that dynamical chaos can modeling all biosystems. But reality is other because Eskov-Zinchenko effect demonstrated very specific property at biosystems. The effect demonstrated chaos of stochastic tribution function. It is not stable value of invariants in pseudoattractors. Autocorrelation function has not limit as zero. Biosystems demonstrated uninterrupted self-organization and changing of all functional regens. It's very special stochastic chaos.

Key words: biosystems, chaos, Eskov-Zinchenko effect.

Введение. После открытия динамического хаоса (ДХ) Лоренца во 2-й половине 20-го века целый ряд нобелевских лауреатов (I.R Prigogine, M. Gell-Mann, R. Penrose, В. Л. Гинзбург) были уверены в возможностях ДХ для описания любых параметров живых систем.

Однако, еще W.Weaver в 1948 году предложил вывести все биосистемы (или системы третьего типа – СТТ по классификации W.Weaver [1]) за пределы всей современной детерминистской и стохастической науки (ДСН). Он не представил доказательства этому и поэтому все это было его гипотезой. Но он предложил общую классификацию систем (и это тоже было его гипотезой) [1].

В настоящее время известно три базовых признака ДХ в математике, но при этом никто не проверял их реальность в отношении биосистем. Создание новой науки – теории хаоса-самоорганизации (ТХС) полностью отвергает ДХ у биосистем, но при этом отсутствуют модели статистической неустойчивости выборок биосистем. Эти модели отсутствуют в ДСН [2-9].

1. Биосистемы не генерируют ДХ.

Напомним, что внутри аттракторов Лоренца (в ДХ) можно наблюдать равновесное распределение исследуемой динамической величины $x_i(t)$. В ТХС в качестве $x_i(t)$ могут быть выбраны параметры треморограмм (ТМГ), кардиоинтервалов (КИ), электромиограмм

(ЭМГ), электроэнцефалограмм (ЭЭГ) и других параметров организма человека.

При этом, внутри аттрактора Лоренца мы можем наблюдать инвариантность мер. Это означает, что плотность распределения $x_i(t)$ должна быть одинаковой внутри всего аттрактора. Это легко проверить на биосистемах (системах третьего типа – СТТ по W.Weaver [1]). Поскольку эффект Еськова-Зинченко (ЭЗ) демонстрирует непрерывные изменения по всей выборке $x_i(t)$, то нет и инвариантности мер [2-9]. Просто непрерывно меняются статистические функции.

Мы не можем получить инвариантность мер, т.к. СТТ не эргодичны и на любом интервале времени измерения Δt мы будем иметь свое (особое) распределение $f(x_i)$. Для СТТ мы наблюдаем калейдоскоп статистических функций распределений $f(x_i)$ и тогда не будет равномерного распределения. Величина $x_i(t)$ демонстрирует статистический хаос, а не ДХ Лоренца [10-17].

Следующим признаком ДХ является наличие положительных старших показателей Ляпунова (СПЛ) λ_i . Если $\lambda_i > 0$, то это означает, что две близлежащие фазовые траектории расходятся на бесконечность. Однако, наши многочисленные расчеты СПЛ для любых СТТ показали, что λ_i хаотически изменяют знаки (от выборки к выборке).

От одной выборки $x_i(t)$ и другой эти СПЛ могут хаотически менять знаки. Более того, при разбиении любой выборки $x_i(t)$ на части каждая такая часть может дать или положительные ($\lambda_i > 0$) или отрицательные ($\lambda_i < 0$) значения СПЛ. Это

доказывает отсутствие устойчивости ДХ в выборках СТТ. Он хаотически появляется на Δt_i и затем исчезает (мерцает).

В итоге оба этих базовых принципа (инвариантность мер и наличие положительных значений у СПЛ) доказывает отсутствие ДХ у биосистем. Любая СТТ генерирует неустойчивые выборки обоих параметров, но ДХ СТТ не может показывать.

2. Поведение автокорреляционных функций $A(t)$ у СТТ.

Отдельной темой в динамике ДХ станет проблема расчета автокорреляционных функций $A(t)$. Строго математического доказательства поведения $A(t)$ при ДХ пока еще никто не представил. Существует мнение, что при ДХ эти $A(t)$ должны стремиться к нулю при возрастании времени измерения процесса t . Это следует из логики теории ДХ [2-9, 18-27].

Имеются публикации, где такие свойства ($A(t) \rightarrow 0$) наблюдается у ДХ. В наших исследованиях мы не можем наблюдать такого поведения автокорреляционной функции $A(t)$. Мы изучали различные $A(t)$ для разных биосистем и везде нет стремления к нулю [28-37].

В качестве примера мы можем представить расчет поведения $A(t)$ для выборки КИ со временем для разных групп испытуемых. Обследованию подвергались здоровые испытуемые, испытуемые с брадикардией и испытуемые с тахикардией. Конкретные примеры расчета $A(t)$ для трех категорий, обследуемых мы представили на рис. 1, рис. 2 и рис. 3. Здесь представлена суперпозиция этих $A(t)$.

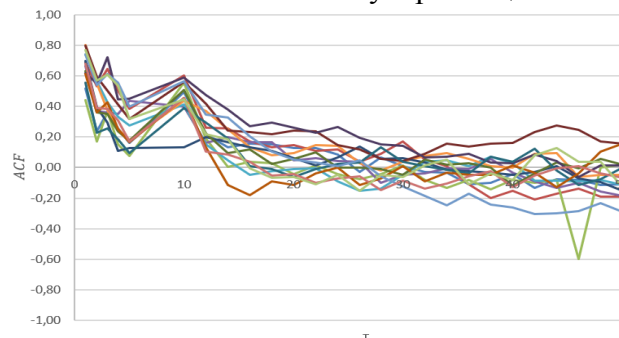


Рис. 1. Коррелограмма временных рядов кардиоинтервала (15 регистраций) обследуемой в состоянии нормогенеза

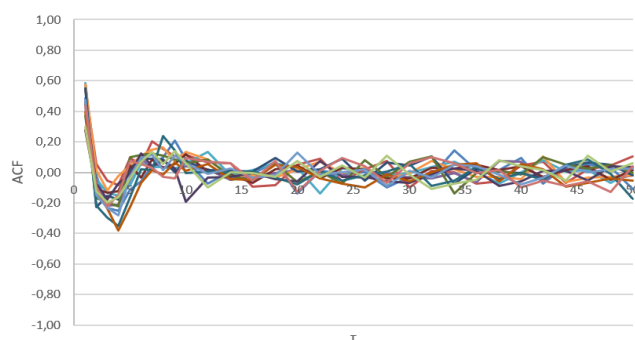


Рис. 2. Коррелограмма временных рядов кардиоинтервала (15 регистраций) обследуемой в состоянии брадикардии

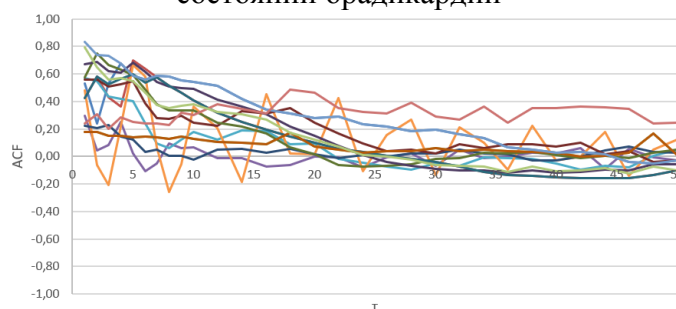


Рис. 3. Коррелограмма временных рядов кардиоинтервала (15 регистраций) обследуемой в состоянии тахикардии

Очевидно, что на рис.1 мы имеем хаотические колебания $A(t)$ со сменой знака на длительном интервале времени наблюдения t . Нет прямого стремления к нулю $A(t)$ при возрастании времени измерений КИ у этого испытуемого. Коррелограмма КИ у пациента с брадикардией существенно отличается от рис. 1. Здесь уже мы имеем (см. рис.2) очень малые колебания $A(t)$, но смена знака при возрастании t тоже имеет место. Очевидно, что на рис. 2 функция $A(t)$ не стремится к нулю (имеются хаотичные колебания).

Наконец, у больного с тахикардией вид графиков $A(t)$ самый хаотичный. Имеются колебания $A(t)$ с большой амплитудой. Очевидно, здесь тоже нет стремления к нулю $A(t)$. Но этот рис.3 существенно отличается от рис.1 и рис.2.

Выводы. Развитие теории динамического хаоса привело к обоснованию базовых критериев ДХ у исследуемых систем. При ДХ такие системы должны демонстрировать инвариантность мер (меры должны быть однородны), СПЛ, т.е. $\lambda_i > 0$ и автокорреляционные функции $A(t) \rightarrow 0$.

Детальное изучение многих выборок различных параметров функций организма

человека показало, что это все не может наблюдаться у СТТ. Реальность ЭЗ закрывает возможности наблюдения равномерного распределения (статистические функции $f(x_i)$ непрерывно и хаотически изменяются). Нет установленных $\lambda_i > 0$, $A(t)$ не могут стремиться к нулю. ДХ у СТТ нельзя наблюдать из-за ЭЗ и неустойчивости самого ДХ, т.к. мерцают (от одного интервала времени Δt_i к другому интервалу времени Δt_i) все признаки ДХ (см. рис. 1-3).

Литература

1. Weaver W. Science and Complexity // American Scientist. – 1948. – Vol. 36. – Pp. 536-544.
2. 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.
3. 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.

4. 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
5. 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.
6. Еськов В.М., Пятин В.Ф., Башкатова Ю.В. Медицинская и биологическая кибернетика: перспективы развития. // Успехи кибернетики. – 2020. – Т.1, №1. – С. 64-72.
7. 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.
8. 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.
9. 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
10. 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 032089DOI 10.1088/1755-1315/981/3/032089
11. 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>
12. 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.
13. 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.
14. 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.
15. 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.
16. Еськов В.В. Системный анализ и синтез в биомедицине // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. – 2021. – Т. 15, № 4. – С. 31-44.
17. 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.
18. Gazyu 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
19. 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.
20. Еськов В.В. Математическое моделирование гомеостаза и эволюции *complexity*: монография. Тула: Издательство ТулГУ, 2016. – 307 с.
 21. 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
 22. 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*
 23. 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.
 24. 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.
 25. 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>
 26. 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>
 27. 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.
 28. 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.
 29. 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.
 30. 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.
 31. 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.
 32. Пятин В. Ф., Еськов В.В. Может ли быть статичным гомеостаз? // Успехи кибернетики. – Успехи кибернетики. – 2021.– Т. 2, №1. – С. 41-49.
 33. 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.
 34. 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.
 35. 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
36. 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
37. 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
38. 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
39. 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
40. 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
41. 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.
42. 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
43. 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
44. 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>
45. 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
46. 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
47. 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

References

1. Weaver W. Science and Complexity // *American Scientist*. – 1948. – Vol. 36. – Pp. 536-544.
2. Hadarceva K. A., Filatova O. E. Novoe ponimanie stacionarnykh rezhimov biologicheskikh sistem. // *Uspekhi kibernetiki [Russian Journal of Cybernetics]*. – 2022. – 3(3). – Str. 92-101. DOI: 10.51790/2712-9942-2022-3-3-10.
3. Tverdislov V.A, Manina E.A. Vozmozhny li prichinno-sledstvennyye svyazi v naukah o biosistemah? // *Vestnik novykh medicinskih tekhnologij. Elektronnoe izdanie [Journal of new medical technologies. Electronic edition]*. – 2021. – T. 28. – № 1. – S.64-68.
4. 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

5. 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. – Т. 28, № 1. – С. 21-27.*
6. Eskov V.M., Pyatin V.F., Bashkatova Yu.V. *Medicinskaya i biologicheskaya kibernetika: perspektivy razvitiya. // Uspekhi kibernetiki [Russian Journal of Cybernetics]. – 2020. – Т.1, №1. – С. 64-72.*
7. 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. – Т. 27. – № 2. – С.120-124.*
8. 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. – Т. 28. – № 2. – С.115-120.*
9. Zimin M.I., Pyatin V.F., Filatov M.A., Shakirova L.S. *Chto obshchego mezhdru «Fuzziness» L. A. Zadeh I «Complexity» W. Weaver v kibernetike. // Uspekhi kibernetiki [Russian Journal of Cybernetics]. – 2022, – 3(3). – Str.102-112. DOI: 10.51790/2712-9942-2022-3-3-11*
10. 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. – 2022.– Sci. 981 032089DOI 10.1088/1755-1315/981/3/032089*
11. 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*
12. Zaslavskij B.G., Filatov M.A., Eskov V.V., Manina E.A. *Problema nestacionarnosti v fizike i biofizike. // Uspekhi kibernetiki [Russian Journal of Cybernetics]. – 2020. – Т. 1, №2. – С. 61–67.*
13. Hadarcev A.A., Filatova O.E., Eskov V.V., Mandryka I.A. *Entropijnyj podhod v fizike zhivyh sistem i teorii haos-samoorganizacii. // Uspekhi kibernetiki [Russian Journal of Cybernetics]. – Uspekhi kibernetiki [Russian Journal of Cybernetics]. – 2020. – Т. 1, №3. – С. 41-49.*
14. 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.*
15. 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.*
16. 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.*
17. Galkin V.A., Filatov M.A., Muzieva M.I., Samojlenko I.S. *Bazovye aksiomy biokibernetiki i ih invarianty // Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2022. – № 2. – С. 65-79.*
18. 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*

19. 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]*. – 2020. – Т. 20, № 3. – С. 126-132.
20. Eskov V.V. *Matematicheskoe modelirovanie gomeostaza i evolyucii complexity: monografiya*. Tula: Izdatel'stvo TulGU, 2016. – 307 s.
21. 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
22. 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*
23. 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.
24. 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.
25. 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>
26. 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>
27. 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.
28. 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 [Complexity. Mind. Postnonclassic]*. – 2021. – № 4. – С. 45-57.
29. 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.
30. 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.
31. 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.
32. Pyatin V. F., Eskov V.V. Mozhet li byt' statichnym gomeostaz? // *Uspekhi kibernetiki [Russian Journal of Cybernetics]*. – Uspekhi kibernetiki [Russian Journal of Cybernetics]. – 2021. – Т. 2, №1. – С. 41-49.
33. 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 novyh medicinskih tekhnologij. Elektronnoe izdanie [Journal of new medical technologies. Electronic edition]*. – 2021. – Т. 28. – № 1. – С.60-63.
34. 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.
35. 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
 36. 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
 37. 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
 38. 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
 39. 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
 40. 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
 41. 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.
 42. 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
 43. 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
 44. 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
 45. 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
 46. 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
 47. 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