

## III. МАТЕМАТИКА В ОПИСАНИИ ХАОСА И СИНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

DOI: 10.12737/2306-174X-2025-1-52-61

### МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ ПЛОТНОСТЕЙ ПАРАМЕТРОВ ССС

В.В. ЕСЬКОВ, И.С. САМОЙЛЕНКО, А.Ю. КУХАРЕВА, К.А. ШАМОВ, А.С. РАХИМОВА

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

**Аннотация.** Изучение специфики поведения параметров сердечно-сосудистой системы человека, проживающего на Севере РФ, требует особого внимания. Обычно такие исследования проводят в рамках статистики, но возникает принципиальный вопрос: можно ли построить некие аналитические модели (в виде дифференциальных уравнений, уравнений регрессии и т.д.) для ответов на такие вопросы? Предлагаются математические модели, для описания динамики поведения спектральных плотностей параметров сердечного ритма на базе теории динамических систем и статистики (в виде уравнений регрессии). Это модели на базе детерминистского подхода.

**Ключевые слова:** модель динамики, спектральная плотность, кардиоритмы, эффект Еськова-Зинченко.

### MATHEMATICAL MODELING OF SPECTRAL DENSITIES OF CARDIOVASCULAR SYSTEM PARAMETERS

V.V. ESKOV, I.S. SAMOILENKO, A.Yu. KUKHAREVA, K.A. SHAMOV, A.S. RAKHIMOVA

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

**Abstract.** The study of the specific behavior of the parameters of the cardiovascular system of a person living in the North of the Russian Federation requires special attention. Usually such studies are conducted within the framework of statistics, but a fundamental question arises: is it possible to build some analytical models (in the form of differential equations, regression equations, etc.) to answer such questions? Mathematical models are proposed to describe the dynamics of the behavior of spectral densities of heart rate parameters based on the theory of dynamical systems and statistics (in the form of regression equations). These are models based on a deterministic approach.

**Key words:** dynamics model, spectral density, cardiac rhythms, Eskov-Zinchenko effect.

**Введение.** В истории развития математической биологии и биофизики известно немало примеров того, что разные биосистемы можно описывать в рамках разных уравнений. Речь идет, в первую очередь, о дифференциальных уравнениях и уравнениях регрессии. Они сейчас очень широко применяются в биологии, экологии, медицине и т.д. Именно о них говорил нобелевский лауреат

Известно, что за ряд таких моделей были получены нобелевские премии I.R. Prigogine [1]. Например, известная модель Лотка-Вольтерра (система «хищник-жертва») или модель Ходжкина-Хаксли. В этой связи возникает закономерный вопрос: насколько точны такие модели и зачем они

нужны вообще? Можно ли с их помощью описывать реальные процессы в живой природе? Имеют ли они точные аналоги в динамике любых биосистем?

Отметим, что любой динамический процесс (с переменными  $x(t)$ ) может быть описан математически. Речь при этом может идти о точности таких моделей. В конце 20-го века нобелевский лауреат I.R. Prigogine вообще выступил против таких моделей (см. «The End of Certainty») [1]. Он доказывал, что вся теория динамических систем (ТДС) не имеет никакого отношения к биосистемам, но он не отказывался от стохастики. Более того, Prigogine очень надеялся на теорию динамического хаоса (ДХ) Лоренца [1].

В настоящем сообщении представлены результаты исследований возрастной динамики спектральных характеристик кардиоритма. Точнее, исследовались спектральные плотности сигналов (СПС) для кардиоинтервалов (КИ), которые получены для разных возрастных групп жителей Югры. Всего таких параметров было шесть (VLF, LF, HF и т.д.)

**1. Границы теории динамических систем.** В конце 20-го века нобелевский лауреат I.R. Prigogine выступил с монографией, в которой он отрицал возможности дальнейшего применения теории динамических систем (ТДС) в описании любых биосистем. Он так и назвал свою книгу: «The End of Certainty...», т.е. конец детерминизма [1]. Речь идет о детерминизме, когда прошлое определяет будущее точно, по всем точкам фазовой траектории (ФТ).

В этой книге Prigogine выступил против применения всего детерминизма в описании любых биосистем [1]. Очевидно, что его убеждения имеют основу из-за отсутствия точности в ТДС, т.е. математическую основу. В природе нет точных моделей (в рамках ТДС) любой динамической системы [2-8]. И это остро понимал нобелевский лауреат Prigogine. Но он надеялся на модели в ДХ.

Этот тезис резко усилился после открытия эффекта Еськова-Зинченко (ЭЕЗ). В этом ЭЕЗ доказана уникальность любой выборки  $x(t)$  – любого параметра биосистемы. Отсюда автоматически следует, что описывать биосистемы в рамках ТДС совершенно невозможно. Более того, и стохастика к биосистемам не применима. В итоге, вся современная наука (ТДС и стохастика) бесполезны в описании биосистем [9-17].

Действительно, если мы не можем два раза повторить (произвольно) выборку любого параметра  $x(t)$  для любой биосистемы, то как это можно описывать в рамках ТДС? Как можно требовать совпадения по точкам (в ТДС), если уже сами выборки неповторимы? Ответ очевиден [18-21]!

Действительно, ответ на этот вопрос всегда будет отрицательным, т.к. в ТДС мы

имеем дело с фазовыми траекториями (ФТ). Эти ФТ должны многократно (и точно) повторяться для любого вектора состояния (биологической) системы  $x=x(t)=(x_1, x_2, \dots, x_m)^T$  в  $m$ -мерном фазовом пространстве состояний – ФПС. Этот вектор  $x(t)$  должен совпадать по всем точкам ФТ в ТДС для любой ФТ.

Очевидно, что если любая выборка будет уникальной, то любая модель в ТДС тоже будет уникальной, т.к. выборки  $x(t)$  дают среднее значение  $\langle x \rangle$ . По этим средним  $\langle x \rangle$ , обычно, и строятся некие модели в рамках ТДС. Поскольку  $\langle x \rangle$  показывает хаос, то модели ТДС описывают прошлое. Они описывают историю биосистем, т.е. артефакты. При этом  $\langle x \rangle$  непрерывно изменяется, от выборки к выборке.

Точнее говоря эти модели описывают биосистемы как интервалах времени  $\Delta t$ . На других интервалах  $\Delta t$  эти модели будут другими и т.д. Фактически ТДС работает с артефактами. Был ли Тунгусский метеорит? Очевидно был! Мы его можем повторить? Очевидно – нет!

Все это тривиальные факты, но на них сейчас никто не обращает внимания во всей науке, а не только в биомедицине. Из этой серии еще один пример. Мы хотим узнать какая средняя зарплата работника Сургутского государственного университета (СурГУ). Для этого надо взять общее число  $n$  работников и сумму их зарплат –  $S$ .

В итоге, мы эту сумму  $S$  (всех  $n$  зарплат) должны бы были разделить на  $n$  и получить среднюю зарплату в СурГУ. Но это сейчас не делает ректор СурГУ Косенок. Он произвольно берет всего несколько ( $m$ ) им выбранных людей и получает сказочное среднее более 170 тысяч рублей. Такие деньги на ставке получает только ректорат и директорат институтов!

Оказывается, в СурГУ на 1 ставке профессор получает реально около 120 тысяч, и это самый высокооплачиваемый сотрудник СурГУ (кроме ректора и его проректоров, директоров). Следовательно, сейчас в науке происходит сказочная ситуация (представим ее гипотетически):

ректор СурГУ (или другого вуза) идет по коридору и спрашивает у первого встречного: какая у вас зарплата? И, о чудо, этим человеком оказался директор института, у которого может быть 200 т. рублей в месяц зарплата. Вывод: средняя зарплата в этом вузе 200 тысяч рублей. Видимо так в СурГУ возникли 178 т. рублей как средняя зарплата. Все это анекдоты (шутка), но это имеет место не только в СурГУ, но и во всех других вузах РФ. Действительно, во всей науке СТТ определяют с одной выборкой в оценке  $x(t)$ .

Это все смешно и грустно, но именно так сейчас работает вся биология, медицина, экология и другие науки о жизни во всем мире. Берут любую выборку любого параметра любой биосистемы (функции организма человека) и по этой (одной) выборке делают заключение о состоянии этого объекта. Даже делают прогноз будущего! Так мы жили последние 150-200 лет в науках о живых системах [33-35].

Это очень фантастическая ситуация. Это эквивалентно тому, что мы по одной точке говорим о всем распределении (еще не полученной выборке этого параметра). Все это фантастика для математики, но это имеет место быть в науках о жизни. Очевидно, что и любая модель в ТДС (для СТТ) не имеет природных сигналов, но она имеет качественное значение (одна из многих).

## 2. Можно ли моделировать в ТДС?

Исходя из всего сказанного выше: мы должны сказать, что использовать модель

для описания поведения биосистемы (в рамках ТДС) бессмысленно. Но такая модель имеет наглядный смысл. Она будет качественной моделью, ее используют для наглядности.

Такая модель будет описывать тенденции поведения параметров. Ее можно использовать при обучении, для иллюстраций и т.д. Поэтому отказываться от моделей в рамках ТДС или стохастики не имеет никакого смысла. Но давать прогноз будущего с их помощью – бессмысленно [24-31].

В настоящих исследованиях мы представили результаты моделирования одного из параметров СПС (конкретно очень низкочастотный параметр – VLF) с использованием выборок КИ для разных групп женщин. Эти группы различались по возрасту.

Предварительно мы статистически обрабатывали параметры СПС этих групп (по 38 человек) и получали средние значения VLF. Строились диаграммы такой возрастной динамики. Очевидно, что это только весьма приблизительно, но это наглядно.

Анализ трех возрастных групп женщин позволил получить средние значения по всем 38 испытуемым в каждой (из трех) этих групп. В итоге, мы наблюдаем весьма приближенную динамику поведения VLF спектрального параметра СПС (спектральной плотности сигнала) для выборок КИ. Итог этой части исследования представлен на рис.1. (см. рис.1).

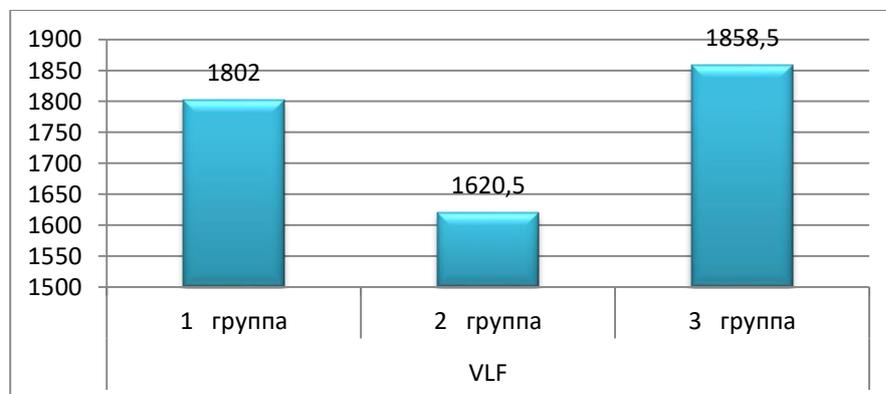


Рис.1. Усредненные значения параметра VLF в у.е. для 3-х возрастных групп (разных) женщин населения Югры.

Отметим, что эти данные были получены на основе использования быстрого преобразования Фурье для всех выборок параметров ССС в виде КИ. Для каждого человека была получена своя спектральная плотность. Затем эти 38 плотностей VLF усреднялись для каждой такой группы. Аналогичные действия сделали мы и для других характеристик СПС [18-21].

В итоге, мы получили диаграмму (рис.1) для VLF параметра ССС в виде некоторых значений для разных трех возрастов (см. эти рисунки ниже). Очевидно, что все эти зависимости имеют нелинейный характер и их можно описывать в рамках или ТДС, или статистики.

Для ТДС мы использовали модель Ферхюльста-Пирла вида:  $dx/dt=(a-bx)x$ , где  $x=x(t)$  – это изменяемая величина (часть спектра СПС), а  $t$  – время. У нас  $t$  является средним возрастом данной группы испытуемых. Отметим, что эта модель имеет два разных решения, для LF и HF мы использовали падающую кривую Ферхюльста [9-17].

Если зависимость имеет параболический характер т.е.  $x=at^2+bt+c$ , то тогда можно использовать уравнение регрессии (параболическое). В этом случае имеет значение величина первого

коэффициента может быть  $a<0$  и тогда ветви параболы будут внизу (а могут быть ветви вверх). Если вершина вверх (при  $a<0$ ) и ветви параболы направлены вниз, то это не может быть применимо к рис.1, т.к. здесь ветви параболы уходят вверх ( $a>0$ ). В целом, возможны разные модели для описания динамики параметров СПС.

В итоге, мы использовали для VLF (СПС) второй ( $a>0$ ) тип модели. Использовались и модели Ферхюльста-Пирла (для LF и HF) и модели нелинейной регрессии. Все это говорит о сложности процесса. Однако, в любом случае такие модели имеют качественный характер. Они демонстрируют тенденции, но не могут дать прогноз будущего состояния параметров ССС. ЭЭЗ запрещает это делать для всех биосистем.

В общем случае такие модели необходимы для понимания возрастной динамики поведения СПС у жителей Югры. Отметим, что для средней полосы РФ эти временные зависимости имеют совершенно другой вид. И это дает информацию об особенностях ССС (на Севере РФ). У ханты (женщины) мы имеем кривую Ферхюльста-Пирла, но это уже другие модели. Для них составлены другие программы ЭВМ [22].

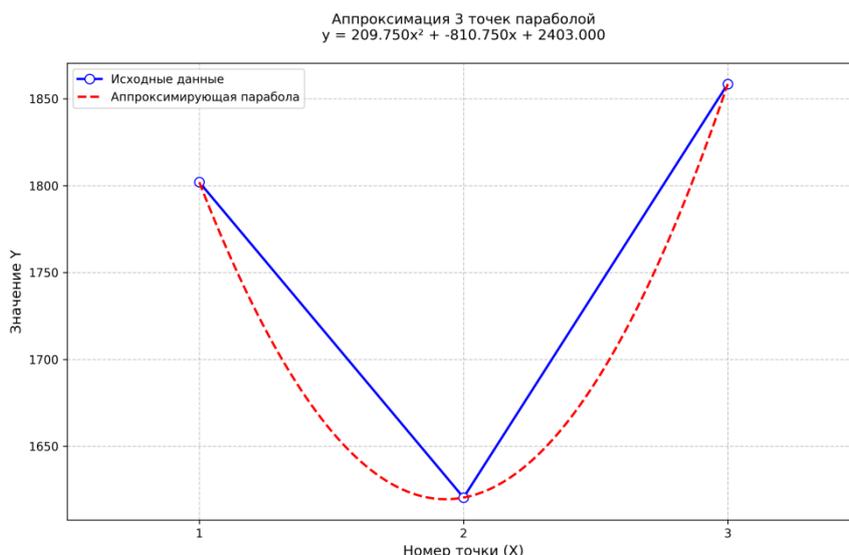


Рис.2. Динамика реальных и модельных данных возрастных изменений параметров VLF для женщин пришлого населения. Здесь: сплошная линия – реальные данные, штрих пунктирная – модельные данные. Коэффициенты:  $a(x^2) = 209.750000$ ,  $b(x) = -810.750000$ ,  $c = 2403.000000$

В нашем случае моделировали возрастающую динамику VLF для приезжих женщин, согласно рис.1. В итоге, мы получили уравнение регрессии 2-го порядка (параболическая зависимость) и график моделей зависимости и реальных данных мы представляем на рис.2. Очевидно, что здесь 1-й коэффициент  $a > 0$ .

Эта модель приближенно описывает зависимость  $x_i(t)$  – VLF от реального (среднего) возраста этих групп женщин. В итоге, мы получили параболическую зависимость, которая существенно отличается от кривой  $x(t)$  для женщин ханты.

Для ханты мы имеем падающую кривую (убывающая функция). Такая зависимость характерна для нормального биологического старения. Ранее для ханты мы получили подобную зависимость для площадей псевдоаттракторов  $Vq$  по параметру SIM (симпатическая нейровегетативная система) [23, 32].

В целом, динамика поведения VLF и других спектральных характеристик КИ у пришлых женщин отличается от таковых для ханты. Коренное население живет по другим законам. Их организм более адаптирован к особым условиям Севера РФ. Все это доказывает необходимость более раннего выхода на пенсию для пришлого населения Югры.

**Выводы.** До настоящего времени почти все научное сообщество твердо уверено в эффективности моделей ТДС при описании любых биосистем. Однако, более 30 лет назад I.R. Prigogine высказал сомнения в таком подходе. Он оказался прав – 20 лет назад был открыт эффект Еськова-Зинченко.

В этом ЭЕЗ доказана статистическая неустойчивость любых выборок любых параметров организма человека. Это завершает не только применение ТДС в описании биосистем, но и всей статистики. Возникает закономерный вопрос: следует полностью отказаться от статистики и ТДС?

Настоящая работа дает отрицательный ответ на этот вопрос. Модели в ТДС имеют качественно иной характер. Они

описывают общие тенденции динамики биосистем и не претендуют на точное описание. В данном сообщении мы представили данные по поведению параметра VLF (для СПС) во времени. Представлено уравнение регрессии (2-го порядка) в виде параболы с осями вверх (при  $a > 0$ ).

Выступление нобелевского лауреата I.R. Prigogine игнорируют более 30-ти лет. Prigogine отрицал возможности ТДС. Основной аргумент: динамические модели ТДС не могут дать прогноз поведения любой биосистемы на нашей Планете.

Очевидно, полностью отказываться от ТДС и стохастики не следует. Такие модели имеют иллюстративный характер. Их нельзя использовать для прогноза будущего конкретной биосистемы. Эти модели представляют некие тенденции поведения биосистем. Это качественные модели.

Именно такие модели мы построили в настоящих исследованиях. Оказалось, что спектральные плотности выборок КИ могут быть описаны как в рамках статистики (параболических регрессий), так и в рамках традиционных детерминистских моделей (в ТДС) [22, 24-31].

## Литература

1. Prigogine I.R. The End of Certainty: Time, Chaos, and the New Laws of Nature (Free Press, 1996).
2. 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
3. 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.

4. 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](https://doi.org/10.1007/978-3-031-09073-8_14)
5. 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.
6. Еськов В.В. Математическое моделирование гомеостаза и эволюции complexity: монография. Тула: Издательство ТулГУ, 2016. – 307 с.
7. 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.
8. 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.
9. 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>
10. 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>
11. 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.
12. Пятин В. Ф., Еськов В.В. Может ли быть статичным гомеостаз? // Успехи кибернетики. – 2021.– Т. 2, №1. – С. 41-49.
13. 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.
14. Filatova, O.E., Maistrenko, E.V., Boltaev, A.V., Gazyu, G.V. The influence of industrial electromagnetic fields on cardio-respiratory systems dynamics of oil-gas industry complex female workers // Ecology and Industry of Russia. – 2017. – Vol. 21(7). – Pp. 46–51
15. 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). – С.102-112.
16. Козупица Г.С. Научно-исследовательские институты в Югре: есть ли в них необходимость? // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2022. – № 4. – С.73-78.
17. Хадарцева К. А., Филатова О. Е. Новое понимание стационарных режимов биологических систем. // Успехи кибернетики. – 2022. – 3(3).– С. 92-101.
18. Газя Г.В., Газя Н.Ф., Еськов В.М. Проблема выбора инвариант в биокибернетике с позиции статистики // Успехи кибернетики. – 2022. – 3(4).– С. 102-109.
19. Еськов В.В., Газя Г.В., Коннов П.Е. Фундаментальные проблемы биокибернетики из-за неустойчивости выборок биосистем // Успехи кибернетики. – 2022. – 3(4).– С. 110-122.
20. Филатова О.Е., Филатов М.А., Воронюк Т.В., Музиева М.И. Квантовомеханический подход в электрофизиологии // Успехи кибернетики. – 2023. – 4(2). – С. 68-77.
21. Еськов В.В., Газя Г.В., Кухарева А.Ю. Потеря однородности группы – вторая «великая» проблема биомедицины // Успехи кибернетики. – 2023. – 4(2). – С. 78-84.
22. Еськов В.М., Филатов М.А., Газя Г.В., Стратан Н.Ф. Возможности создания искусственного интеллекта на базе

- искусственных нейросетей // Успехи кибернетики. – 2021. – 2(3). – Стр. 44-52. DOI: 10.51790/2712-9942-2021-2-3-6
23. Газя Г.В., Газя Н.Ф., Волохова М.А., Самойленко И.С. Динамика поведения параметров сердечно-сосудистой системы работников нефтегазового комплекса в условиях действия электромагнитных полей. // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2023. – № 2. – С. 5-11.
24. Коннов, П. Е., Мельникова Е. Г., Кухарева А. Три парадигмы естествознания / // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2023. – № 2. – С. 28-37.
25. Galkin, V.A., Gavrilenko, T.V., Eskov, V.M., Kukhareva, A.Y. (2023). Three «Great Challenges» of Medical Informatics. In: Silhavy, R., Silhavy, P. (eds) Networks and Systems in Cybernetics. CSOC 2023. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 723. P.328-337. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-35317-8\\_30](https://doi.org/10.1007/978-3-031-35317-8_30)
26. Еськов В.М., Филатов М.А., Воронюк Т.В., Самойленко И.С. Модели эвристической работы мозга и искусственный интеллект // Успехи кибернетики. – 2023. – Т. 4, № 4. – С. 32-40.
27. Filatov, M.A., Kuhareva, A., Gazya, N.F., Voronyuk, T.V., Samoilenko, I.S. Possibilities of Applying Entropy in Biomechanics // In: Silhavy, R., Silhavy, P. (eds) Artificial Intelligence Algorithm Design for Systems. Lecture Notes in Networks and Systems. CSOC 2024. – Vol. 1120. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-70518-2\\_13](https://doi.org/10.1007/978-3-031-70518-2_13)
28. Бетелин В.Б., Галкин В.А., Еськов В.М. Специфика хаоса СТТ-complexity – новое представление хаоса биосистем // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2024. – № 2. – С.85-95.
29. Еськов В.М., Филатов М.А., Воронюк Т.В., Газя Н.Ф. Фундаментальные свойства систем третьего типа – биосистем // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2024. – № 3. – С.5-14.
30. Газя Г.В., Газя Н.Ф., Еськов В.В., Манина Е.А. Непредсказуемость и неопределенность создают реальную Complexity // Успехи кибернетики. – 2024. – Т. 5, № 2. – С. 97-102.
31. Еськов В.М., Филатов М.А., Воронюк Т.В., Мельникова Е.Г., Кухарева А.Ю. Проблема необратимости в квантовой механике и в живых системах // Успехи кибернетики. – 2024. – Т. 5, № 3. – С. 50-55.
32. Коннов П.Е., Соколова А.А., Воронюк Т.В., Самойленко И.С., Музиева М.И. Кардио-респираторная система жителей Югры при неинфекционных заболеваниях // Вестник новых медицинских технологий. – 2024. – Т. 31, № 1. – С. 95-98.
33. Еськов В.М., Пятин В.Ф., Башкатова Ю.В. Медицинская и биологическая кибернетика: перспективы развития. // Успехи кибернетики. – 2020. – Т.1, №1. – С. 64-72.
34. Еськов В.М., Филатов М.А., Гавриленко Т.В., Третьяков С.А. Физико-математическое понятие сложного// Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2024. – № 3. – С.48-56.
35. Добрынина И.Ю., Козлова В.В., Майстренко Е.В., Самойленко И.С., Кухарева А.Ю. Возможности и вызовы в кардиологии // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2024. – №4. – С.28-38.

## References

1. Prigogine I.R. The End of Certainty: Time, Chaos, and the New Laws of Nature (Free Press, 1996).
2. 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

3. 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. – 2021. – T. 28. – № 1. – S.75-77.
4. 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](https://doi.org/10.1007/978-3-031-09073-8_14)
5. 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. – 2020. – T. 20, № 3. – S. 126-132.
6. Eskov V.V. Matematicheskoe modelirovanie gomeostaza i evolyucii complexity: monografiya. Tula: Izdatel'stvo TulGU, 2016. – 307 s.
7. 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.
8. 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. – T. 29, № 3. – S. 211-216.
9. 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>
10. 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>
11. 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.
12. Pyatin V. F., Eskov V.V. Mozhet li byt' statichnym gomeostaz? // Uspekhi kibernetiki. – 2021.– T. 2, №1. – S. 41-49.
13. 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.
14. Filatova, O.E., Maistrenko, E.V., Boltaev, A.V., Gazya, G.V. The influence of industrial electromagnetic fields on cardio-respiratory systems dynamics of oil-gas industry complex female workers // Ecology and Industry of Russia. – 2017. – Vol. 21(7). – Pp. 46–51
15. 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. – 2022, – 3(3). – S.102-112.
16. Kozupica G.S. Nauchno-issledovatel'skie instituty v Yugre: est' li v nih neobhodimost'? // Slozhnost'. Razum. Postneklassika. – 2022. – № 4. – S.73-78.
17. Hadarceva K. A., Filatova O. E. Novoe ponimanie stacionarnyh rezhimov biologicheskikh sistem. // Uspekhi kibernetiki. – 2022. – 3(3).– S. 92-101.
18. Gazya G.V., Gazya N.F., Eskov V.M. Problema vybora invariant v biokibernetike s pozicii statistiki // Uspekhi kibernetiki. – 2022. – 3(4).– S. 102-109.
19. Eskov V.V., Gazya G.V., Konnov P.E. Fundamental'nye problemy biokibernetiki iz-za neustojchivosti vyborok biosistem // Uspekhi kibernetiki. – 2022. – 3(4).– S. 110-122.
20. Filatova O.E., Filatov M.A., Voronyuk T.V., Muzieva M.I. Kvantovomekhanicheskij podhod v elektrofiziologii // Uspekhi kibernetiki. – 2023. – 4(2). – S. 68-77.
21. Eskov V.V., Gazya G.V., Kuhareva A.Yu. Poterya odnorodnosti gruppy – vtoraya «velikaya» problema biomediciny // Uspekhi kibernetiki. – 2023. – 4(2). – S. 78-84.

22. Eskov V.M., Filatov M.A., Gazya G.V., Stratan N.F. *Vozможности sozdaniya iskusstvennogo intellekta na baze iskusstvennykh nejrosetej // Uspekhi kibernetiki.* – 2021. – 2(3). – Str. 44-52. DOI: 10.51790/2712-9942-2021-2-3-6
23. Gazya G.V., Gazya N.F., Volohova M.A., Samojlenko I.S. *Dinamika povedeniya parametrov serdechno-sosudistoj sistemy rabotnikov neftegazovogo kompleksa v usloviyah dejstviya elektromagnitnyh polej. // Slozhnost'. Razum. Postneklassika.* – 2023. – № 2. – S. 5-11.
24. Konnov, P. E., Mel'nikova E. G., Kuhareva A. *Tri paradigmy estestvoznaniya / // Slozhnost'. Razum. Postneklassika.* – 2023. – № 2. – S. 28-37.
25. Galkin, V.A., Gavrilenko, T.V., Eskov, V.M., Kuhareva, A.Y. (2023). *Three «Great Challenges» of Medical Informatics.* In: Silhavy, R., Silhavy, P. (eds) *Networks and Systems in Cybernetics. CSOC 2023. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 723.* R.328-337. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-35317-8\\_30](https://doi.org/10.1007/978-3-031-35317-8_30)
26. Eskov V.M., Filatov M.A., Voronyuk T.V., Samojlenko I.S. *Modeli evristicheskoj raboty mozga i iskusstvennyj intellekt // Uspekhi kibernetiki.* – 2023. – T. 4, № 4. – S. 32-40.
27. Filatov, M.A., Kuhareva, A., Gazya, N.F., Voronyuk, T.V., Samoillenکو, I.S. *Possibilities of Applying Entropy in Biomechanics // In: Silhavy, R., Silhavy, P. (eds) Artificial Intelligence Algorithm Design for Systems. Lecture Notes in Networks and Systems. CSOC 2024.* – Vol. 1120. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-70518-2\\_13](https://doi.org/10.1007/978-3-031-70518-2_13)
28. Betelin V.B., Galkin V.A., Eskov V.M. *Specifika haosa STT-complexity – novoe predstavlenie haosa biosistem // Slozhnost'. Razum. Postneklassika.* – 2024. – № 2. – S.85-95.
29. Eskov V.M., Filatov M.A., Voronyuk T.V., Gazya N.F. *Fundamental'nye svojstva sistem tret'ego tipa – biosistem // Slozhnost'. Razum. Postneklassika.* – 2024. – № 3. – S.5-14.
30. Gazya G.V., Gazya N.F., Eskov V.V., Manina E.A. *Nepredskazuemost' i neopredelennost' sozdayut real'nyuyu Complexity // Uspekhi kibernetiki.* – 2024. – T. 5, № 2. – S. 97-102.
31. Eskov V.M., Filatov M.A., Voronyuk T.V., Mel'nikova E.G., Kuhareva A.Yu. *Problema neobratimosti v kvantovoj mekhanike i v zhivykh sistemah // Uspekhi kibernetiki.* – 2024. – T. 5, № 3. – S. 50-55.
32. Konnov P.E., Sokolova A.A., Voronyuk T.V., Samojlenko I.S., Muzieva M.I. *Kardio-respiratornaya sistema zhitelej Yugry pri neinfekcionnykh zabolevaniyah // Vestnik novykh medicinskih tekhnologij.* – 2024. – T. 31, № 1. – S. 95-98.
33. Eskov V.M., Pyatin V.F., Bashkatova Yu.V. *Medicinskaya i biologicheskaya kibernetika: perspektivy razvitiya. // Uspekhi kibernetiki.* – 2020. – T.1, №1. – S. 64-72.
34. Eskov V.M., Filatov M.A., Gavrilenko T.V., Tret'yakov S.A. *Fiziko-matematicheskoe ponyatie slozhnogo// Slozhnost'. Razum. Postneklassika.* – 2024. – № 3. – S.48-56.
35. Dobrynina I.Yu., Kozlova V.V., Majstrenko E.V., Samojlenko I.S., Kuhareva A.Yu. *Vozможности i vyzovy v kardiologii // Slozhnost'. Razum. Postneklassika.* – 2024. – №4. – S.28-38.