

DOI: 10.12737/2306-174X-2021-9-17

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭВРИСТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МОЗГА ЧЕЛОВЕКАВ.В. ЕСЬКОВ¹, В.А. ГАЛКИН², О.Е. ФИЛАТОВА², Л.С. ШАКИРОВА², Д.Ю. ХВОСТОВ¹¹*БУ ВО ХМАО-Югры «Сургутский государственный университет»,**ул. Ленина, 1, Сургут, Россия, 628400*²*ФГУ «ФНЦ Научно-исследовательский институт системных исследований Российской академии наук». Обособленное подразделение «ФНЦ НИИСИ РАН» в г. Сургуте, ул. Базовая, 34, Сургут, Россия, 628400*

Аннотация. До настоящего времени отсутствуют модели и подходы в реальном изучении эвристической работы мозга человека. Очевидно, что это будет возможно, если мы выйдем за пределы логики детерминизма и стохастики, и перейдем к логике Fuzziness и новой теории хаоса-самоорганизации. В этом случае мы сможем находить закономерности там, где стохастика их показать не может. Для этого нужны особые методы и модели, которые не будут использовать классические статистические методы. Мы сейчас предлагаем использовать хаос и реверберации в работе искусственных нейросетей. Оказалось, что при этом возникает возможность системного синтеза.

Ключевые слова: электроэнцефалограммы, нейросети мозга, хаос, эффект Еськова-Зинченко.

MODELING OF HEURISTIC HUMAN BRAIN ACTIVITIESV.V. ESKOV¹, V.A. GALKIN², O.E. FILATOVA²,
L.S. SHAKIROVA², D.YU. KHVOSTOV¹¹*Surgut state University, Lenin pr., 1, Surgut, Russia, 628400*²*Federal Science Center Scientific-research Institute for System Studies of the Russian Academy of Sciences, Bazovaya st, 34, Surgut, Russia, 628400*

Abstract. Until now, there are no models and approaches in the real study of the heuristic work of the human brain. Obviously, this will be possible if we go beyond the logic of determinism and stochastics, and move on to the logic of Fuzziness and the new chaos-self-organization theory. In this case, we will be able to find regularities when stochastics cannot show them. This requires special methods and models that will not use classical statistical methods. We propose to use chaos and reverberations in the work of artificial neural networks. It turned up that this gave rise to the possibility of systemic synthesis.

Key words: electroencephalograms, brain neural networks, chaos, Eskov-Zinchenko effect.

Введение. Общеизвестно, что развитие науки и прогресс человечества реализовали гениальные и талантливые люди. Особенностью деятельности их мозга является открытие (создание) принципиально новых гипотез, теорий, новых произведений в искусстве и литературе, которые выходят за рамки стандартных схем и представлений. Их идеи всегда необычны и оригинальны, а результаты далеко не очевидны. Очень часто в науке результаты особой работы гениев выходили далеко за рамки привычных и логически выстроенных схем и моделей. Обычно такую деятельность в науке всегда мы связывали с эвристической работой мозга гениального человека.

Вспомним крылатое выражение А.С. Пушкина (и гений парадоксов друг).

Возникает закономерный вопрос: каковы особые механизмы эвристической деятельности мозга? Как работают у гениального человека его нейронные сети мозга (НСМ)? Существуют ли определённые закономерности в процессах, которые приводят гения к выходу за пределы привычных (и закономерных) логических обоснований процессов и явлений? Ответы на эти непростые вопросы мы будем искать в особых механизмах поведения НСМ у известных гениальных людей.

Подчеркнем, что это будут принципиально новые механизмы, которые

до настоящего времени не изучались и не моделировались как в нейронауках, так и в работе различных имитаторов работы НСМ. В последнем случае мы говорим о работе искусственных нейросетей, которые используют ряд базовых свойств реальных НСМ [4, 5, 7, 8, 11, 14-16, 18, 22, 25, 28, 33, 39, 44, 48, 49].

1. Каковы основы современной neuroscience? Напомним, что до настоящего времени все исследования в нейронауках проводятся в рамках детерминистских и стохастических моделей. В них прошлое влияет (и определяет) будущее. Однако, ещё в середине 20-го века Н.А. Бернштейн [42] выдвинул гипотезу о «повторении без повторений» в биомеханике, а W. Weaver [52] декларировал: живые системы – это особые СТТ - системы третьего типа. Они не могут быть объектом стохастики [51, 52]. Эти двое ученых пытались вывести биосистемы за пределы общепринятой детерминистской и стохастической науки (ДСН). Применительно к нейронаукам это означает, что нейросети мозга (НСМ) могут не быть объектом ДСН. Через многие десятилетия после работ этих ученых нам удалось доказать их правоту. Более того мы сумели представить доказательство и для

высказывания L.A. Zadeh [53]. Напомним, что этот ученый был основоположником направления в науке – Fuzziness. При этом он высказывал сомнения в дальнейших возможностях применения стохастики при описании сложных биологических систем (СТТ). Все трое ученых в своих гипотезах оказались правы, т.к. биосистемы не могут быть описаны методами стохастики и всей ДСН. Это сейчас доказано нами в новой теории хаоса-самоорганизации (ТХС), которая создается для описания биосистем [1-19, 21, 27, 30, 32, 34-41, 43-49].

Действительно, если 15 раз подряд зарегистрировать (с одной точки поверхности мозга) у одного испытуемого (в его неизменном психическом и физиологическом состоянии) отрезки электроэнцефалограмм (ЭЭГ) и затем их попарно статистически сравнить, то окажется, что из разных 105 пар сравнений выборок только 35% (и менее) покажут возможность статистического совпадения выборок. У таких пар их критерий Вилкоксона P_{ij} (сравнение для i -й и j -й пар выборок) будет $P_{ij} \geq 0,05$, т.е. они могут иметь одну (общую) генеральную совокупность. Для остальных 65% пар $P_{ij} \leq 0,05$, т.е. они статистически не совпадают и выборки становятся уникальными.

Таблица 1

Матрица парных сравнений параметров ЭЭГ одного и того же здорового человека (15 выборок ЭЭГ подряд) без воздействий (канал T6-Ref, число совпадений $k=33$)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		0.00	0.32	0.05	0.10	0.64	0.01	0.55	0.00	0.28	0.31	0.00	0.90	0.00	0.00
2	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.58
3	0.32	0.00		0.75	0.00	0.03	0.67	0.19	0.00	0.01	0.30	0.02	0.10	0.00	0.00
4	0.05	0.00	0.75		0.00	0.07	0.83	0.00	0.00	0.00	0.06	0.03	0.04	0.00	0.00
5	0.10	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.41	0.38	0.66	0.03	0.00	0.21	0.00	0.00
6	0.64	0.00	0.03	0.07	0.00		0.21	0.86	0.00	0.21	0.52	0.00	0.66	0.00	0.00
7	0.01	0.00	0.67	0.83	0.00	0.21		0.02	0.00	0.00	0.01	0.19	0.00	0.00	0.00
8	0.55	0.00	0.19	0.00	0.41	0.86	0.02		0.08	0.93	0.15	0.00	0.97	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.38	0.00	0.00	0.08		0.06	0.00	0.00	0.07	0.00	0.01
10	0.28	0.00	0.01	0.00	0.66	0.21	0.00	0.93	0.06		0.00	0.00	0.36	0.00	0.00
11	0.31	0.00	0.30	0.06	0.03	0.52	0.01	0.15	0.00	0.00		0.00	0.05	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.02	0.03	0.00	0.00	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00
13	0.90	0.00	0.10	0.04	0.21	0.66	0.00	0.97	0.07	0.36	0.05	0.00		0.00	0.00
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00
15	0.00	0.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

Для примера мы представляем характерную таблицу 1, где даны критерии Вилкоксона P_{ij} для 105 разных пар сравнения выборок ЭЭГ. В итоге, мы имеем крайне малое число статистических совпадений пар выборок ЭЭГ. Напомним, что в стохастике такое число должно быть не менее 95%. У нас обычно $K \leq 35\%$.

В итоге, мы доказываем отсутствие статистической устойчивости выборок ЭЭГ человека, находящегося в спокойном состоянии (релаксация). Отметим, что у больного эпилепсией число k таких пар (с $P_{ij} \geq 0,05$) возрастает до 70-75%. Для примера мы представляем таблице 2 – матрица парных сравнений ЭЭГ одного и того же больного эпилепсией человека (15 выборок ЭЭГ подряд) без воздействий ($k=103$). Хаос ЭЭГ – это нормальное состояние НСМ у здорового человека. Если такой хаос ввести в работу искусственных нейросетей (ИНС) и заставить ИНС многочисленно реверберировать (повторять настройки), то мы получим новое качество работы ИНС [5, 7, 8, 11-13, 15, 16, 22, 33, 34, 37, 39, 48, 49].

2. Системный синтез и НСМ.

Оказалось, что такая ИНС в режиме хаоса и

реверберации способна регистрировать параметры порядка для организма человека. Находить параметры порядка, т.е. главные диагностические признаки является задачей системного синтеза. Её решение невозможно в рамках ДСН. В итоге, мы приходим к моделированию эвристической работы мозга (стохастика не работает, а НСМ решает задачи системного синтеза). Подчеркнем, что до настоящего времени такая задача формализована во всей математике. Действительно, отыскание параметров порядка в современной детерминистской и стохастической науке (ДСН) производится с помощью стохастических методов. Обычно при сравнении выборок находят критерий P (Вилкоксона, Ньюмена-Кейлса, Колмогорова-Смирнова и т.д.) и выбирают те признаки $x_i(t)$, у которых P наибольший. Однако, в новой теории хаоса-самоорганизации (ТХС) была доказана неопределённость первого типа. Это означает, что две выборки могут вообще статистически совпадать, но биосистема будет находиться в двух разных физиологических состояниях.

Таблица 2

Матрица парных сравнений параметров ЭЭГ одного и того же больного эпилепсией человека (15 выборок ЭЭГ подряд) без воздействий (канал Т4-Т6, число совпадений $k=103$)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		0.02	0.03	0.82	0.90	0.43	0.48	0.53	0.5	0.55	0.55	0.59	0.54	0.51	0.51
2	0.02		0.60	0.33	0.30	0.89	0.91	0.91	0.96	0.95	0.92	0.88	0.91	0.94	0.93
3	0.03	0.60		0.09	0.06	0.42	0.48	0.49	0.6	0.63	0.65	0.67	0.67	0.66	0.62
4	0.82	0.33	0.09		0.86	0.45	0.55	0.68	0.63	0.67	0.7	0.74	0.74	0.72	0.75
5	0.90	0.30	0.06	0.86		0.03	0.19	0.36	0.37	0.47	0.52	0.6	0.61	0.61	0.59
6	0.43	0.89	0.42	0.45	0.03		0.98	1	0.81	0.91	0.93	0.99	0.95	0.93	0.96
7	0.48	0.91	0.48	0.55	0.19	0.98		0.85	0.82	0.92	0.93	0.98	0.95	0.92	0.97
8	0.53	0.91	0.49	0.68	0.36	1	0.85		0.57	0.78	0.82	0.89	0.87	0.88	0.95
9	0.50	0.96	0.60	0.63	0.37	0.81	0.82	0.57		0.91	1	0.93	1	1	0.95
10	0.55	0.95	0.63	0.67	0.47	0.91	0.92	0.78	0.91		0.9	0.95	0.98	1	0.93
11	0.55	0.92	0.65	0.70	0.52	0.93	0.93	0.82	1	0.9		0.81	0.96	1	0.96
12	0.59	0.88	0.67	0.74	0.60	0.99	0.98	0.89	0.93	0.95	0.81		0.91	0.92	0.97
13	0.54	0.91	0.67	0.74	0.61	0.95	0.95	0.87	1	0.98	0.96	0.91		0.93	0.99
14	0.51	0.94	0.66	0.72	0.61	0.93	0.92	0.88	1	1	1	0.92	0.93		0.86
15	0.51	0.93	0.62	0.75	0.59	0.96	0.97	0.95	0.95	0.93	0.96	0.97	0.99	0.86	

Другие методы (методы ТХС) могут различия в состоянии биосистем, а стохастика это не покажет. В итоге мы

имеем неопределённость 1-го типа и тогда вообще и тогда вообще мы не можем различать разные физиологические

состояния одной и той же биосистемы. Более того, было показано существенное различие между результатами стохастики и ТХС. Все это требует новых методов оценки СТТ – систем третьего типа (по W. Weaver). Напомним, что W. Weaver вообще выводил СТТ за пределы стохастики. Он считал, что биосистемы невозможно описывать в рамках стохастических методов. Исходя из этого, мы сейчас и доказываем, что мозг и его НСМ работают в особом хаотическом режиме (см. табл.1 и табл.2). Тогда мы не можем использовать стохастику вообще для описания НСМ.

С этих позиций мы сейчас говорим, что и все методы стохастики не могут быть использованы для оценки биосистем. Для данных выборок мы получили одни P_{ij} , для других выборок мы получили другие значения P_{ij} и другие параметры порядка для биосистемы. Именно статистическая неустойчивость выборок любых параметров биосистем (в виде ЭЭЗ) и является серьезным препятствием для дальнейшего использования стохастики в системном синтезе [2, 5, 6-8, 11, 13, 15, 16, 27, 29, 32, 34, 35, 43-49].

Обсуждение. Более 70 лет назад W. Weaver представил гипотезу о невозможности дальнейшего применения стохастики в изучении и моделировании любых живых систем. Такие системы W. Weaver обозначил как СТТ и он их вывел за пределы всей детерминистской и стохастической науки (ДСН). В итоге мы пришли к новой науке – ТХС.

Оказалось, что не только функции организма человека демонстрируют хаос своих параметров, но и нейросети мозга (НСМ) не могут показать статистическую устойчивость выборок ЭЭГ. Биоэлектрическая активность мозга не может быть описана в рамках статистических методов. Мы построили много матриц парных сравнений ЭЭГ, и во всех этих матрицах доля стохастики очень невелика. Хаос – это главное свойство НСМ [5, 6-8, 11, 13, 15-17, 21, 25, 30, 31, 33, 35, 38, 39].

В итоге, мы можем уже описывать эвристическую работу мозга с позиций ТХС. В этом случае мы выделили две

главные характеристики НСМ (хаос и непрерывные реверберации), которые до настоящего времени никак не учитывались в работе искусственных нейронных сетей (ИНС). Если эти два новых свойства ввести в работу ИНС, то мы получаем современное новое качество работы ИНС [5,7-19, 22, 48].

Наши многочисленные исследования показали, что эти два новых режима работы ИНС могут существенно изменить возможности кибернетики в решении задач системного синтеза. Если до настоящего времени мы пользовались в кибернетике системным анализом, то сейчас реально появляется возможность реализации системного синтеза. В этом случае мы можем использовать параметры порядка, русла и джокеры для биосистем, которые в рамках современной ДСН вообще невозможно изучать.

Выводы. Регистрация по 15 раз выборок треморограмм у одного и того же человека (из группы в 15 человек) убедительно показала отсутствие статистической устойчивости выборок как ЭЭГ, так ЭМГ и ТМГ [4, 5, 7, 8-16, 18, 22, 25, 28, 33, 39-49]. В итоге, в матрицах парных сравнений выборок мы имеем крайне малые значения чисел k_1 (для ТМГ) и k_2 (для ЭМГ) пар выборок, у которых критерий Вилкоксона $P_{ij} \geq 0,05$.

В ходе исследования было установлено, что всегда число k_2 для ЭМГ в 2-3 раза больше, чем k_1 , для ТМГ. Такой результат говорит о нарастании хаоса при переходе от центра к периферии. Биомеханический компонент всегда более хаотичен, чем ЭМГ. В любом случае хаос в организации движений превалирует над стохастикой и это доказывает гипотезу W. Weaver о бесполезности дальнейшего применения методов стохастики в изучении биосистем.

Литература

1. Башкатова Ю.В., Денисова Л.А. Мнацакян Ю.В., Хвостов Д.Ю., Салимова Ю.В. Новые методы изучения статистической устойчивости выборок кардиоинтервалов. // Вестник

- новых медицинских технологий. – 2020. – Т. 27. – № 2. – С.133-136.
2. Белощенко Д.В., Горбунов Д.В., Башкатова Ю.В., Мороз О.А. Матрицы парных сравнений выборок в оценке параметров систем третьего типа – *complexity*. // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2019. – № 1. – С.40-47.
 3. Гавриленко Т.В., Горбунов Д.В., Горбунова Д.С., Булатов И.Б. Возможность использования энтропийного подхода в оценке параметров движений // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2018. – № 2. – С. 68-75.
 4. Галкин В.А., Миллер А.В., Хвостов Д.Ю., Игнатенко А.П., Веденеев В.В. Соотношение между динамическим хаосом и неустойчивостью систем 3-го типа. // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2019. – № 4. – С.69-74.
 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. 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.
 7. Еськов В.В. Математическое моделирование гомеостаза и эволюции *complexity*: монография. Тула: Издательство ТулГУ, 2016. 307 с.
 8. 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.
 9. 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.
 10. Еськов В.В., Пятин В.Ф., Фадюшина С.И., Нувальцева Я.Н., Оразбаева Ж.А. Новые модели стандартов в биологии и медицине. // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2020. – № 2. – С.67-75.
 11. 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.
 12. Еськов В.М., Галкин В.А., Еськов В.В., Филатов М.А. Физические и живые системы различаются существенно // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2020. – № 4. – С. 52-59.
 13. 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.
 14. Еськов В.М., Зинченко Ю.П., Филатов М.А., Еськов В.В. Эффект Еськова-Зинченко опровергает представления I.R. Prigogine, J.A. Wheeler и M. Gell-Mann о детерминированном хаосе биосистем – *complexity* // Вестник новых медицинских технологий. 2016. Т. 23. № 2. С. 34-43.
 15. 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.
 16. 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.
 17. Еськов В.М., Мирошниченко И.В., Мнацаканян Ю.В., Журавлева А.Н. Проблема устойчивости гомеостатического регулирования функциональных систем организма. // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2019. – № 1. – С.73-87.
 18. Еськов В.М., Пятин В.Ф., Башкатова Ю.В. Медицинская и биологическая

- кибернетика: перспективы развития. // Успехи кибернетики. – 2020. – Т.1, №1 – С.64-72.
19. Еськов В.М., Пятин В.Ф., Еськов В.В., Миллер А.В., Веденеев В.В. Существуют ли отличия между произвольными и непроизвольными движениями? // Вестник новых медицинских технологий. – 2020. – Т. 27. – № 3. – С. 88-91.
 20. Еськов В.М., Хадарцев А.А., Филатов М.А., Третьяков С.А. Три великие проблемы физиологии и медицины. // Вестник новых медицинских технологий. – 2020. – Т. 27. – № 4. – С. 115-118.
 21. Заславский Б.Г., Филатов М.А., Еськов В.В., Манина Е.А. Проблема нестационарности в физике и биофизике. // Успехи кибернетики. – 2020. – Т. 2, №2. – С. 61–67.
 22. Зинченко Ю.П., Еськов В.М., Филатов М.А., Григорьева С.В. Психология эвристики и модели эвристической деятельности мозга // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2018. – № 3. – С. 73-84.
 23. Ивахно Н.В., Гумарова О.А., Лупынина Е.Ю., Воробей О.А., Афаневич И.А. Оценка параметров треморограмм с позиций теории хаоса-самоорганизации. // Вестник новых медицинских технологий. – 2019 – Т. 26, № 3 – С. 117–121.
 24. Козлова В.В., Макеева С.В., Воробей О.А., Оразбаева Ж.А., Фаузитдинова К.А. Реальная сложность в современной биомедицинской науке // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2020. – № 4. – С. 9-17.
 25. Козупица Г.С., Хадарцева К.А., Шелим Л.И. Теория хаоса-самоорганизации – фундамент развития общей теории систем // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2018. – № 1. – С. 63-70.
 26. Попов Ю.М., Иванова Н.В., Белощенко Д.В., Поросинин О.И., Игнатенко А.П. Иерархия хаоса в системах управления движением. // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2018. – № 4. – С.24-33
 27. Попов Ю.М., Сазонова Н.В., Полухин В.В., Н.В. Ивахно, Е.Г. Мельникова Е.Г. Статистическая неустойчивость параметров симпатической вегетативной нервной системы аборигенов севера РФ. // Вестник новых медицинских технологий.– 2019 – Т. 26, № 4 – С. 141–145.
 28. Прохоров С.А., Белощенко Д.В., Шейдер А.Д., Горбунова М.Н. Методы теории хаоса-самоорганизации в оценке параметров систем третьего типа-complexity // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2018. – № 2. – С. 32-41.
 29. Прохоров С.А., Гумарова О.А., Монастырецкая О.А., Хвостов Д.Ю., Афаневич И.А. Нестабильные системы: проблема однородности групп. // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2019. – № 1. – С.62-72.
 30. Розенберг Г.С., Полухин В.В., Попов Ю.М., Сазонова Н.В., Салимова Ю.В. Представления W. Weaver и теории хаоса-самоорганизации о системах третьего типа // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2020. – № 3. – С. 14-23.
 31. 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.
 32. Филатов М.А., Григорьева С.В., Горбунов Д.В., Белощенко Д.В., Фадюшина С.И. Неоднородность разовых выборок параметров функциональных систем организма человека. // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2019. – № 2. – С.71-79.
 33. Филатов М.А., Нувальцева Я.Н., Оразбаева Ж.А., Афаневич К.А. Медицинская кибернетика и биофизика с позиций общей теории систем. // Вестник новых медицинских технологий. – 2020. – Т. 27. – № 2. – С.116-119.
 34. 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.
35. Филатова О.Е., Еськов В.В., Григорьева С.В., Хакимова В.В., Гумарова О.А. Биомеханика и биофизика сложных систем с позиций квантовой механики. // Вестник новых медицинских технологий. – 2019 – Т. 26, № 4 – С. 146–151.
36. Филатова О.Е., Мельникова Е.Г., Горбунов С.В., Нувальцева Я.Н. Особенности гомеостатических систем (третьего типа). // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2019. – № 2. – С.28-39.
37. Филатова О.Е., Козлова В.В., Еськов В.В., Шакирова Л.С. Новые инварианты в оценке систем третьего типа // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2020. – № 3. – С.68-75.
38. Хадарцев А.А., Гавриленко Т.В., Горбунов Д.В., Веденеев В.В. Математические аспекты статьи W.Weaver «Science and complexity» // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2020. – № 4. – С. 70-79.
39. Хадарцев А.А., Зинченко Ю.П., Галкин В.А., Шакирова Л.С. Эргодичность систем третьего типа. // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2020. – № 1. – С.67-75.
40. Хадарцев А.А., Пятин В.Ф., Еськов В.В., Веденева Т.С., Игнатенко А.П. Реализация гипотезы Н.А. Бернштейна о «повторении без повторений» // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2020. – № 3. – С. 24-30.
41. 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.
42. Bernstein N.A. The coordination and regulation of movements // Oxford, New York, Pergamon Press. 1967. 196 p.
43. Eskov V. V., Orlov E. V., Bashkatova Yu. V., Melnikova E. G. The problem of statistical stability of parameters of the cardiovascular system. // Ekologiya cheloveka [Human Ecology]. 2020. – №11. – Pp. 27-31.
44. Eskov, V.M. Gudkov, A.B., Filatov, M.A. Eskov, V.V. Principles of homeostatic regulation of functions in human ecology // Ekologiya cheloveka [Human Ecology]. – 2019. – №10 – Pp. 41-49.
45. Filatova D.Yu., Bashkatova Yu.V., Melnikova E.G., Shakirova L.S. Homogeneity of the parameters of the cardiointervals in school children after north-south travel. // Ekologiya cheloveka [Human Ecology]. – 2020. – №1 – Pp. 6-10.
46. Filatova O. E., Gudkov A. B., Eskov V. V., Chempalova L. S. The concept of uniformity of a group in human ecology // Ekologiya cheloveka [Human Ecology]. – 2020. – №2 – Pp. 40-44.
47. Filatova O.E., Pyatin V.F., Filatov M.A., Shakirova L.S. The low temperature influence on cardiointervals under physical training of man // Ekologiya cheloveka [Human Ecology]. – 2021. – №1 – Pp.17-21.
48. 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 1047 (2021) 012099 doi:10.1088/1757-899X/1047/1/012099
49. 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.
50. Prigogine I.R. The End of Certainty: Time, Chaos, and the New Laws of Nature (Free Press, 1996).
51. Seising, R. Warren Weaver’s “Science and complexity” revisited. // Soft computing in humanities and social sciences. – 2012. – Pp. 55–87.
52. Weaver W. Science and Complexity // American Scientist. – 1948. – Vol. 36, №4. – Pp. 536-544.

53. Zadeh L.A. Fuzzy health, illness, and disease // The Journal of medicine and philosophy. – 2000– Vol.25, № 5 – 605-638.

References

1. Bashkatova Yu.V., Denisova L.A., Mnatsakanyan Yu.V., Hvostov D.Yu., Salimova Yu.V. Novye metody izucheniya statisticheskoy ustoychivosti kardiointervalov [New methods for studying statistical stability of cardiointervals]. // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii [Journal of New Medical Technologies]. 2020. №2. – S.133-136.
2. Beloshhenko D.V., Gorbunov D.V., Bashkatova Yu.V., Moroz O.A. Matricy parny`x sravnenij vy`borok v ocenke parametrov sistem tret`ego tipa – complexity [Matrices of paired comparisons of samples in the estimation of parameters of systems of the third type-complexity] // Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2019. – № 1. – S.40-47.
3. Gavrilenko T.V., Gorbunov D.V., Gorbunova D.S., Bulatov I.B. Vozmozhnost` ispol`zovaniya e`ntropijnogo podxoda v ocenke parametrov dvizhenij [The possibility of using the entropical approach in the evaluation of the movement parameters] // Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2018. – № 2. – S. 68-75.
4. Galkin V.A., Miller A.V., Hvostov D.Yu., Ignatenko A.P., Vedenev V.V. Sootnoshenie mezhdru dinamicheskim kaosom i neustojchivost`yu sistem 3-go tipa [Relation between dynamic chaos and instability of third type of systems] // Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2019. – № 4. – S.69-74.
5. Galkin V.A., Es`kov V.V., Pyatin V.F., Kirasirova L.A., Kul`chiczkiy V.A. Sushhestvuet li stoxasticheskaya ustojchivost` vy`borok v nejronaukax? [Is there a stochastic stability of samples in neuroscience?] // Novosti medikobiologicheskix nauk [News of medical and biological sciences]. – 2020. – Vol.20, №3. – S.126-132.
6. Gorbunova MN, Mordvintseva AYu, Vedeneeva TS, Vorobei OA, Mandrika OA. Problema odnorodnosti vyborok proizvol'nykh i neproizvol'nykh dvizheniy cheloveka [The problem of homogeneity of samples of voluntary and involuntary human movements]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii [Journal of New Medical Technologies]. – 2021, No 1– S. 60-63
7. Es'kov V.V. Matematicheskoe modelirovanie gomeostaza i ehvolyucii complexity: monografiya. Tula: izd-vo TulGU, 2016. – 307 s.
8. Eskov V.V., Pyatin V.F., Filatova D.Yu. Bashkatova Yu.V. Xaos parametrov gomeostaza serdechno-sosudistoj sistemy cheloveka [Chaos of parameters of homeostasis of the human cardiovascular system]. / Samara: «Porto-print», 2018., 312 s.
9. Eskov V.V., Bashkatova Yu.V., Shakirova L.S., Vedeneeva T.S., Mordvinceva A.Yu. Problema standartov v medicine i fiziologii [The problem of standards in medicine and physiology] // Arxiv klinicheskoy mediciny [Archive of clinical medicine]. – 2020. – Vol.29, No3. – S. 211-216.
10. Eskov V.V., Pyatin V.F., Fadyushina S.I., Nuvalceva Ya.N., Orazbaeva Zh.A. Novye modeli standartov v biologii i medicine [New models of biological and medical standard]. // Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2020. – No 2. – S.67-75.
11. Eskov V.V., Pyatin V.F., Shakirova L.S., Melnikova E.G. Rol haosa v regulyacii fiziologicheskix funkciy organizma. [The role of chaos in the regulation of physiological functions of the body]. / Samara: «Porto-print», 2020. – 248 s.
12. Es'kov V.M., Galkin V.A., Eskov V.V., Filatov M.A. Физические и живые системы различаются существенно

- [Significant difference of physical and living systems] // Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2020. – No 4. – S. 52-59.
13. Eskov V.M., Galkin V.A., Pyatin V.F., Filatov M.A. Organizaciya dvizhenij: stoxastika ili kaos? [Organization of movements: stochastics or chaos?] / Pod red. A.A. Hadarceva, G. S. Rozenberga. Samara: izd-vo OOO «Porto-print», 2020. – 144 S.
 14. Es'kov V.M., Zinchenko YuP, Filatov MA, Es'kovVV. Effekt Es'kova – Zinchenko oprovergaet predstavleniya I.R. Prigogine, JA. Wheeler i M. Gell-Mann o determinirovannom khaose biosistem – complexity [The effect of Eskova – Zinchenko refutes the ideas I.R. Prigogine, JA. Wheeler and M. Gell-Mann on determined chaos of the biosystems – complexity]. // Vestnik novykh meditsinskih tekhnologii [Journal of New Medical Technologies]. – 2016. Vol.23 (2). S. 34-43.
 15. Es'kov V.M., Galkin V.A., Filatova O.E. Konec opredelennosti: kaos gomeosticheskih sistem: monografiya / Pod red. A.A. Hadarceva, G. S. Rozenberga. Tula: izd-vo OOO «TPPO», 2017. – 596 s.
 16. Es'kov V.M., Galkin V.A., Filatova O.E. Complexity: kaos gomeosticheskih sistem [Complexity: chaos of homeostatic systems]. Samara: Izd-vo OOO «Portoprint», 2017. – 388 s.
 17. Es'kov V.M., Miroshnichenko I.V., Mnaczkanyan Yu.V., Zhuravleva A.N. Problema ustojchivosti gomeosticheskogo regulirovaniya funkcional'nyx sistem organizma [The sustainability problem of homeostatic regulation of functional systems] // Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2019. – № 1. – S.73-87.
 18. Eskov V. M., Pyatin V.F., Bashkatova Yu.V. Medicinskaya i biologicheskaya kibernetika: perspektivy razvitiya. [Medical and biological cybernetics: perspectives of development]. // Uspexi kibernetiki [Russian journal of cybernetics]. – 2020. – Vol.1, No1. - S.64-72.
 19. Eskov V.M., Pyatin V.F., Eskov V.V., Miller A.V., Vedeneev V.V. Sushhestvuyut li otlichiya mezhdru proizvolnymi i neproizvolnymi dvizheniyami? [Are the distinctions between voluntary and involuntary movement?] // Vestnik novyx medicinskih tekhnologij [Journal of new medical technologies]. – 2020. – Vol. 27. – No 3. – S. 88-91.
 20. Eskov V.M., Khadartsev V.M., Filatov M.A., Tretyakov M.A. Tri velikie problemy fiziologii i meditsiny [Three great problems of physiology and medicine] // Vestnik novyx medicinskih tekhnologij [Journal of new medical technologies]. – 2020. – Vol. 27. – No 4. – S. 115-118.
 21. Zaslavskij B.G., Filatov M.A., Es'kov V.V., Manina E.A. Problema nestacionarnosti v fizike i biofizike [The problem of non-stationarity in physics and biophysics]. // Uspexi kibernetiki [Advances in cybernetics]. – 2020.– Vol. 2, №2. – S. 61–67.
 22. Zinchenko Yu.P., Es'kov V.M., Filatov M.A., Grigor'eva S.V. Psixologiya e'vristsiki i modeli e'vristicskoj deyatel'nosti mozga [Psychology of heuristic and models of heuristic activity of brain] // Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2018. – № 3. – S. 73-84.
 23. Ivahno N.V., Gumarova O.A., Lupynina E.Yu., Vorobey O.A., Afanevich I.A. Otsenka parametrov tremorogramm s pozitsiy teorii khaosamoorganizatsii [Assessment of the tremorogramm parameters from positions of the theory of chaos-self-organization] // Vestnik novyx medicinskih tekhnologij [Journal of new medical technologies]. – 2019, No 3. - S.117-121.
 24. Kozlova V.V., Makeeva S.V., Vorobey O.A., Orazbaeva Zh.A., Fauzidtinova

- K.A. Real'naya slozhnost' v sovremennoj biomedicinskoj nauke [The real complexity in modern biomedical science] // Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2020. – No 4. – S. 9-17.
25. Kozupicza G.S., Xadarceva K.A., Shelim L.I. Teoriya xaosa-samoorganizacii – fundament razvitiya obshhej teorii sistem [Theory of chaos-self-organization is the foundation for development of the general systems theory] // Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2018. – № 1. – S. 63-70.
26. Popov Yu.M., Ivanova N.V., Beloshhenko D.V., Porosinin O.I., Ignatenko A.P. Ierarxiya xaosa v sistemax upravleniya dvizheniem [Chaos hierarchy in motion control systems] // Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2018. – № 4. – S.24-33
27. Popov Yu.M., Sazonova N.V., Polukhin V.V., Ivakhno N.V., Mel'nikova E.G. Statisticheskaya neustoichivost' parametrov simpaticheskoi vegetativnoi nervnoi sistemy aborigenov severa RF [Statistical instability of the parameters of the sympathetic autonomic nervous system of the natives of the north of the Russian Federation] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii [Bulletin of new medical technologies]. – 2019. – T. 26, No. 4. – S. 141-145.
28. Proxorov S.A., Beloshhenko D.V., Shejder A.D., Gorbunova M.N. Metody teorii xaosa-samoorganizacii v ocenke parametrov sistem tret'ego tipa-complexity [Methods of chaos-self-organization theory in the study of thirddtype-complexity parameters systems] // Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2018. – № 2. – S. 32-41.
29. Proxorov S.A., Gumarova O.A., Monasty'reczkaya O.A., Xvostov D.Yu., Afanevich I.A. Nestabil'ny'e sistemy: problema odnorodnosti grupp [Unstable systems: the problem of homogeneity of groups] // Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2019. – № 1. – S.62-72.
30. Rozenberg G.S., Poluxin V.V., Popov Yu.M., Sazonova N.V., Salimova Yu.V. Predstavleniya W. Weaver i teorii xaosa-samoorganizacii o sistemax tret'ego tipa [Representations of W. Weaver and chaos-self-organization theory on systems of the third type] // Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2020. – № 3. – S. 14-23.
31. Tverdislov VA, Manina EA. Vozmozhny li prichinno-sledstvennyye svyazi v naukakh o biosistemakh? [Is it possible causal relationships in the sciences of biological systems?]. // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii [Journal of New Medical Technologies]. – 2021. №1. – S. 64-68.
32. Filatov M.A., Grigor'eva S.V., Gorbunov D.V., Beloshhenko D.V., Fadyushina S.I. Neodnorodnost' razovyx vyborok parametrov funkcional'nyx sistem organizma cheloveka [Heterogeneity of one-time samples of parameters of functional systems of a human organism]. // Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2019. – № 2. – S.71-79.
33. Filatov M.A., Nuvalceva Ya.N., Orazbaeva Zh.A., Afanevich K.A. Medicinskaya kibernetika i biofizika s pozicij obshhej teorii sistem. [Systems theory: medical cybernetics and biophysics]. // Vestnik novyx medicinskix texnologij [Journal of new medical technologies]. – 2020. – Vol. 27. – No 2. – S.116-119.
34. Filatov M.A., Proxorov S.A., Ivaxno N.V., Golovacheva E.A., Ignatenko A.P. Vozmozhnosti modelirovaniya statisticheskoi neustojchivosti vyborok v fiziologii [Possibilities of modeling statistical instability of samples in physiology] // Vestnik novyx medicinskix texnologij [Journal of new medical technologies]. – 2020. – Vol. 27. – No 2. – S.120-124.
35. Filatova O.E., Es'kov V.V., Grigor'eva S.V., Khakimova V.V., Gumarova O.A.

- Biomekhanika i biofizika slozhnykh sistem s pozitsii kvantovoi mekhaniki [Biomechanics and biophysics of complex systems from the standpoint of quantum mechanics] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii [Bulletin of new medical technologies]. – 2019. – Т. 26, No. 4. – S. 146-151.
36. Filatova O.E., Mel'nikova E.G., Gorbunov S.V., Nuval'ceva Ya.N. Osobennosti gomeostaticheskikh sistem (tret'ego tipa) [Peculiarities of homeostatic systems (third type)] // Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2019. – № 2. – S.28-39.
37. Filatova O.E., Kozlova V.V., Es'kov V.V., Shakirova L.S. Novy'e invarianty` v ocenke sistem tret'ego tipa [Estimation of third types systems according to new invariants] // Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2020. – № 3. – S.68-75.
38. Xadarcev A.A., Gavrilenko T.V., Gorbunov D.V., Vedeneev V.V. Matematicheskie aspekty` stat'i W.Weaver «Science and complexity» [Mathematical aspects of W. Weaver's article "science and complexity"] // Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2020. – № 4. – S. 70-79.
39. Xadarcev A.A., Gavrilenko T.V., Gorbunov D.V., Vedeneev V.V. Matematicheskie aspekty` stat'i W.Weaver «Science and complexity» [Mathematical aspects of W. Weaver's article "science and complexity"] // Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2020. – № 4. – S. 70-79.
40. Khadartsev A.A., Pyatin V.F., Es'kov V.V., Vedeneeva T.S., Ignatenko A.P. Realizatsiya gipotezy` N.A. Bernshtejna o «povtoreniy bez povtoreniy» [The N.A. Bernstein hypothesis about «repetition without repetition» was realized] // Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2020. – № 3. – S. 24-30.
41. Chempalova L.S., Yakhno T.A., Manina E.A., Ignatenko A.P., Orazbaeva J.A. Weaver pri izuchenii proizvol'nykh i neproizvol'nykh dvizheniy [W. Weaver hypothesis in voluntary and involuntary movement's studying]. // Vestnik novyx medicinskix texnologij [Journal of new medical technologies]. – 2021. No 1. – S. 75-77.
42. Bernstein N.A. The coordination and regulation of movements // Oxford, New York, Pergamon Press. 1967. 196 p.
43. Eskov V. V., Orlov E. V., Bashkatova Yu. V., Melnikova E. G. The problem of statistical stability of parameters of the cardiovascular system. // Ekologiya cheloveka [Human Ecology]. 2020. – №11. – Pp. 27-31.
44. Eskov, V.M. Gudkov, A.B., Filatov, M.A. Eskov, V.V. Principles of homeostatic regulation of functions in human ecology // Ekologiya cheloveka [Human Ecology]. – 2019. – №10 – Pp. 41-49.
45. Filatova D.Yu., Bashkatova Yu.V., Melnikova E.G., Shakirova L.S. Homogeneity of the parameters of the cardiointervals in school children after north-south travel. // Ekologiya cheloveka [Human Ecology]. – 2020. – №1 – Pp. 6-10.
46. Filatova O. E., Gudkov A. B., Eskov V. V., Chempalova L. S. The concept of uniformity of a group in human ecology // Ekologiya cheloveka [Human Ecology]. – 2020. – №2 – Pp. 40-44.
47. Filatova O.E., Pyatin V.F., Filatov M.A., Shakirova L.S. The low temperature influence on cardiointervals under physical training of man // Ekologiya cheloveka [Human Ecology]. – 2021. – №1 – Pp.17-21.
48. 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 1047 (2021) 012099 doi:10.1088/1757-899X/1047/1/012099
49. 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.

50. Prigogine I.R. The End of Certainty: Time, Chaos, and the New Laws of Nature (Free Press, 1996).
51. Seising, R. Warren Weaver's "Science and complexity" revisited. // Soft computing in humanities and social sciences. – 2012. – Pp. 55–87.
52. Weaver W. Science and Complexity // American Scientist. – 1948. – Vol. 36, №4. – Pp. 536-544.
53. Zadeh L.A. Fuzzy health, illness, and disease // The Journal of medicine and philosophy. – 2000– Vol.25, № 5 – 605-638.