

III. МАТЕМАТИКА В ОПИСАНИИ ХАОСА И СИНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

DOI: 10.12737/2306-174X-2024-2-38-44

МАТЕМАТИКА СПЕЦИАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОСЕТЕЙ

Л.С. ШАКИРОВА¹, А.Ю.КУХАРЕВА², Т.В. ВОРОНЮК², С.А. ТРЕТЬЯКОВ³

¹НИЦ «Курчатовский институт» Сургутский филиал ФГУ «ФНЦ Научно-исследовательский институт системных исследований Российской академии наук», Сургут, ул. Энергетиков, 4, Сургут, Россия, 628400

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

³ФГБОУ ВО "Тюменский государственный медицинский университет" Министерства здравоохранения РФ, ул. Одесская, д. 54, г. Тюмень, Россия, 625023

Аннотация. Еще в 1948 году W.Weaver предложил специальную гипотезу о необходимости выделения биосистем и создания для них новой (третьей) науки. За последние 20 лет был доказан эффект Еськова-Зинченко, который доказал гипотезу Weaver в виде отсутствия статистической устойчивости любых выборок любых параметров функций организма человека. Это касается и электроэнцефалограмм, которые статистически неустойчивы. Получены новые нейросети, которые сейчас активно используются в экологии, медицине, психологии и других науках о жизни.

Ключевые слова: хаос, модели, мозг, эффект Еськова-Зинченко.

MATHEMATICS OF SPECIAL REGIMES OF ARTIFICIAL NEURON NETWORKS

L.S.SHAKIROVA¹, A. Yu. KUKHAREVA², T.V. VORONYUK², S.A. TRETYAKOV³

¹ Kurchatov Institute NRC "Federal Research Center Scientific Research Institute for System Research of the Russian Academy of Sciences", Separate Subdivision of the Federal Scientific Center NIISI RAS in Surgut, 4, Energetikov Street, Surgut, Russia, 628426

² Surgut State University, Lenin Ave., 1, Surgut, Russia, 628408

³Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Tyumen State Medical University of the Ministry of Health of Russia, st. Odesskaya, 54, Tyumen, Russia, 625023

Abstract. Back in 1948, W. Weaver proposed a special hypothesis about the need to isolate biosystems and create a new (third) science for them. Over the past 20 years, the Eskov-Zinchenko effect has been proven, which proved the Weaver hypothesis in the form of a lack of statistical stability of any samples of any parameters of the functions of the human body. This also applies to electroencephalograms, which are statistically unstable. New neural networks have been obtained, which are now actively used in ecology, medicine, psychology and other life sciences.

Key words: chaos, models, brain, Eskov-Zinchenko effect.

Введение. Следует отметить, что еще в 1947 году выдающийся биомеханик 20-го века Н.А. Бернштейн предложил гипотезу о «повторении без повторений» [1] в организации любого движения. А через год (в 1948 г.) W.Weaver предложил еще две гипотезы о биосистемах [2].

Оба этих выдающихся ученых предполагали, что биосистем имеют особые свойства. Эти особые свойства могут (и

должны) вывести биосистемы за пределы современной науки. W.Weaver [2] на это прямо указывал, Бернштейн предполагал неповторимость движений.

Спустя более 70 лет действительно были доказаны особые свойства биосистем (или систем третьего типа – СТТ по классификации W.Weaver). Это проявилось в статистической неустойчивости любых выборок любых параметров $x_i(t)$ любых

биосистем. Оказалось, что СТТ – это особые системы и стохастика не может их описывать.

Это касается и работы нейросетей мозга (НСМ), которые никогда не находятся в покое ($dx/dt \neq 0$) и они непрерывно генерируют неповторяемые выборки электроэнцефалограмм (ЭЭГ). Эти свойства пока не использовались в работе искусственных нейросетей – ИНС [3-9]. Подчеркнем, что речь идет об эффекте Еськова-Зинченко в электрофизиологии, т.е. для НСМ и организаций движений.

Очень странно, но за последние 100-150 лет никто даже не пытался ответить на вопрос: является ли статистически устойчивой любая выборка любого параметра любых функций организма человека? По другому: совпадут ли две соседние выборки?

Действительно, если получить выборки одного параметра $x_i(t)$ на интервале времени Δt_1 , а затем сравнить ее с другой выборкой на Δt_2 , то с какой вероятностью эти две выборки совпадут? При этом испытуемый находится в покое, сидя. Биологически его организм неизменный [9-17].

Очевидно, что это весьма простой вопрос: какова вероятность $p_{i,i+1}$ статистического совпадения двух соседних выборок (i -й и $i+1$ -й)? Никто за 150 лет не задавал этот вопрос и не получал на него ответ в биологии, медицине и т.д. Всегда господствовала идея о неизменности таких выборок [3-11].

Можно пойти дальше и спросить: что происходит с биосистемой до интервала времени Δt_1 , между интервалами времени Δt_1 и Δt_2 и после интервала времени Δt_2 ? Все это вопросы весьма принципиальные, т.к. они дают ответ на вопрос о статистической неустойчивости любых выборок любых параметров любой биосистемы.

Для всей статистики ответы на эти вопросы имеют принципиальное значение, т.к. мы не можем дать прогноз будущего состояния СТТ, если выборки статистически неустойчивы. Мы вообще не сможем описывать СТТ из-за уникальности

любых выборок. Это уже догма математиков [18-25].

1. Хаос мозга и мышц. Для электроэнцефалограмм это тоже имеет большое значение, т.к. для неустойчивых электромиограмм (ЭМГ) и электроэнцефалограмм (ЭЭГ) мы не можем дать прогноз в работе мозга и мышц. Именно это мы и начали изучать 20 лет назад при доказательстве ЭЭЗ [20-31].

Первоначально мы изучали движения, т.к. мы хотели проверить гипотезу Н.А. Бернштейна о «повторении без повторений». Еще в 1947 году он выдвинул эту гипотезу и пытался ее доказать (на человеке). Бернштейн говорил о 5-ти системах регуляции движениями (системы А, В, С, D, E) и о том, что они включаются хаотически [1]. Однако количественно Бернштейн ничего не доказал тогда [1].

Через год W.Weaver пошел еще дальше [2]. Он выделил все биосистемы (СТТ) в отдельный тип систем (СТТ) и утверждал, что СТТ не могут быть объектом всей современной, детерминистской (теории динамических систем – ТДС) и стохастической науки (ДСН). Тогда это было смелой гипотезой и только [2-9].

На работу W.Weaver [2] почти никто не обращал внимание как и на проблему статистической неустойчивости любых выборок любых параметров биосистем. Удивительно, но человечество иногда бывает очень близоруким и не желает изучать простые вещи (отказывается изучать их). Мы начали это изучать более 20-ти лет назад [2-9].

В результате был доказан эффект Еськова-Зинченко (ЭЭЗ) сначала в биомеханике (на примере треморограмм (ТМГ) и теппинграмм (ТПГ)). Фактически, мы доказали гипотезу Бернштейна [1].

Например в табл.1. мы представляем матрицу парных сравнений выборок ТМГ одного испытуемого (15 выборок ТМГ подряд по 5 секунд). Очевидно, что число $k_I = 4$ пар выборок ТМГ, для которых критерий Вилкоксона $P_{ij} \geq 0,05$ очень мало. Обычно $k_I \leq 5\%$ и это доказывает реальность ЭЭЗ.

Таблица 1

Матрица парного сравнения выборок треморограмм испытуемого (число повторов $n=15$), использовался критерий Вилкоксона (критическое значение $p \leq 0,05$, число совпадений $k_1=4$)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		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
2	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	0,00	0,00	0,01	0,00
3	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
4	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	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
7	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00		0,00	0,00	0,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,90
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,88	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	0,00	0,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
12	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
13	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
14	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00
15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

Характерно, что для выборок ЭЭГ (один испытуемый в покое) мы имеем такие числа $k_2 \leq 25$. Это самое большое число, т.е. мозг, его НСМ наиболее

статистически устойчив. Однако, до $p \geq 0,95$ еще очень далеко.

Таблица 2

Матрица парного сравнения ЭЭГ одного и того же человека (число повторов $N=15$), использовался критерий Вилкоксона (критическое $p \leq 0,05$, число совпадений $k_2=25$)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		0,00	0,03	0,29	0,65	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,71	0,19	0,64	0,00	0,00
2	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,03	0,00		0,15	0,19	0,11	0,00	0,00	0,00	0,02	0,79	0,00	0,88	0,00	0,00
4	0,29	0,00	0,15		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,40	0,07	0,48	0,00	0,00
5	0,65	0,00	0,19	0,00		0,65	0,00	0,00	0,00	0,10	0,31	0,00	0,38	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,11	0,00	0,65		0,00	0,02	0,00	0,22	0,34	0,00	0,68	0,00	0,00
7	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,22	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00		0,82	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,82		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,02	0,00	0,10	0,22	0,00	0,01	0,00		0,00	0,00	0,07	0,00	0,00
11	0,71	0,00	0,79	0,40	0,31	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,78	0,00	0,00
12	0,19	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
13	0,64	0,00	0,88	0,48	0,38	0,68	0,00	0,00	0,00	0,07	0,78	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

Напомним, что в статистике всегда требуют совпадения с вероятностью $p \geq 0,95$. А у нас для тремора $p \leq 0,05$, для ЭМГ $p \leq 0,15$ и для ЭЭГ $p \leq 0,25$. Все это очень малые величины и они запрещают использовать статистику в изучении биосистем, если $p < 0,95$ (и более).

Это аксиома для всей стохастики. Мы не можем работать со статистически неустойчивыми системами. Для СТТ мы не можем дать прогноз, т.к. на следующем

интервале времени Δt_2 мы получим другую выборку для любой биосистемы. Это получило название эффекта Еськова-Зинченко (ЭЗ) [3-15].

2. Завершение статистики.

Указанный эффект глобален и он завершает дальнейшее применение статистики в изучении биосистем. У ЭЗ имеется следствие, которое касается групп испытуемых. Если у любой группы из 15-ти человек (например) зарегистрировать по 5

минут (у каждого) выборку кардиоинтервалов (КИ) и затем их сравнить, то получим необычный результат.

Все эти 15 человек не будут статистически совпадать между собой (по выборкам КИ). Напомним, что стохастика всегда требует, чтобы выборка группы была однородной. Это означает, что все

испытуемые из группы должны иметь общую генеральную совокупность. Иначе группа не будет однородной.

Мы не можем объединять в общую группу людей, каждый из которых имеют свою (особую) генеральную совокупность. Приведем типичный пример для группы из 15-ти разных испытуемых, у которых мы отдельно регистрировали их выборки КИ.

Таблица 3

Матрица попарного сравнения КИ 15-ти девочек (парное сравнение по Вилкоксоу, критерий значимости $p < 0,05$), число совпадений $k_3 = 10$

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,00		0,00	0,00	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	0,03	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,79	0,00	0,16	0,00
5	0,00	0,30	0,00	0,00		0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,32
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,53
7	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
8	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,03	0,00	0,06	0,00
10	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
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,17
12	0,00	0,00	0,00	0,79	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00		0,00	0,62	0,00
13	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
14	0,00	0,00	0,00	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,62	0,00		0,00
15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,32	0,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	

Отметим, что каждый КИ (у каждого человека) регистрировался по 5 минут, как того требует Европейская ассоциация кардиологов. При этом считается, что такая выборка КИ будет вполне репрезентативна. Но это оказалось иллюзией, т.к. по выборке КИ мы не можем дать прогноз (из-за ЭЭЗ) [15-21].

В итоге в табл.3 мы использовали критерий Манна-Уитни и число k_3 пар, у которых этот критерий $p_{i,j} \geq 0,05$ будет очень мало. Обычно $k_3 \leq 15\%$. Это доказывает, что все эти выборки (у всех 15-ти человек) не имеют одну (общую) генеральную совокупность. Таких людей нельзя объединять в группу. Статистика не работает.

Однако это были все мальчики (без патологий), одного возраста, из одного региона. Подчеркнем, что таких матриц (типа табл.3) мы построили несколько тысяч для ТМГ, ЭМГ, ЭЭГ, КИ и других параметров функций организма человека. Везде результат один: выборки уникальны, группы неоднородны. Это означает, что

более 100 лет биомедицина, психология и т.д. жили в иллюзиях стохастики. Любые выводы ошибочны [25-37].

Любая выборка уникальна (произвольно статистически неповторима), а любая экспериментальная группа будет неоднородной. Это итог ЭЭЗ к любому человеку на Земле. Эпоха стохастики завершается. Нужна новая наука для описания СТТ. Именно об этом говорил W.Weaver, но его игнорировали [2].

Из всего выше сказанного появляются следствия, которые имеют прикладной характер. Например, в работе НСМ мы сейчас (из ЭЭЗ) выделили два особых свойства. Во-первых, мозг работает хаотично, его ЭЭГ уникальны (см.табл.2).

Во-вторых, и это общеизвестно, мозг, его НСМ, не может находиться в покое. Биопотенциалы мозга $x=x(t)$ находятся в постоянных реверберациях. Если эти $x(t)=const$, т.е. $dx/dt = 0$, то можно говорить о смерти мозга. Это диагноз клинической смерти всего организма ($dx/dt = 0$) [3-11].

В итоге мы сейчас говорим о двух особых свойствах нейросетей мозга, которые в настоящее время еще нигде и никем не вводились в работу искусственных нейросетей (ИНС). Их построение (уже существующих ИНС) производилось на базе пороговых свойств нейронов (1-е свойство) и коммуникативности (2-е свойство ИНС).

Последнее означает, что ИНС – это объединение формальных нейронов в сеть. Эти свойства имеются у реальных НСМ и они используются в ИНС. Мы сейчас предлагаем ввести в работу ИНС еще два особых режима: хаос и многократные реверберации ИНС [3-11, 25-37].

В итоге мы получаем новую ИНС, которая обладает особыми свойствами. Подобная ИНС может решать задачи системного синтеза (СС). Это означает, что такая ИНС может находить параметры порядка, т.е. главные диагностические признаки в медицине (биологии, психологии и т.д.).

Следует подчеркнуть, что такая задача СС в рамках стохастики уже совершенно неразрешима. Из-за ЭЭЗ любая выборка будет уникальной и любое решение СС тоже будет уникальным. Результаты СС будут правильными только для данной выборки. Другая выборка (на интервале Δt_2) дает другие результаты и т.д.

Наши новые ИНС раскрывают неопределенность первого типа. В этом случае при сравнении групп статистика может не показывать их различия. Например, параметры сердечно-сосудистой системы (ССС) одной группы школьников, находящихся в четырех разных состояниях, но они статистически не различаются.

В итоге получается, что ни перелет с Севера на Юг и обратно, ни лечение не оказывают на ССС школьников никакого влияния. Однако, в действительности это не так. Организм изменяется и наши ИНС показывают различия. Это пример из восстановительной медицины. В данной главе мы представляем и другие примеры.

Это примеры из клиники кожных заболеваний (при дерматитах) и из области экологии человека. В последнем случае мы можем выявить различия в состоянии

организма у аборигенов (ханты) и приезжим населением (на Север России). До настоящего времени такие различия никто не выявлял.

Выводы. Сейчас мы говорим не только о ликвидации неопределенности первого типа, но и нахождении параметров порядка. Главные диагностические признаки (ПП) в рамках статистики найти невозможно. Сейчас математика не имеет общего решения СС (нахождения ПП). Мы такое решение предлагаем на базе ИНС.

Новые режимы ИНС позволяют это выполнить. Фактически, мы говорим о моделировании эвристической работы мозга. В последнем случае при недостатке информации (даже почти полном отсутствии) гениальный человек находит правильное решение. Современные ЭВМ на базе стохастики пока это делать не могут.

Литература

- 1 Bernstein N.A. The coordination and regulation of movements // Oxford, New York, Pergamon Press. 1967. 196 p.
- 2 Weaver W. Science and Complexity // American Scientist. – 1948. – Vol. 36. – Pp. 536-544.
- 3 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 032089 DOI 10.1088/1755-1315/981/3/032089
- 4 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>
- 5 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
- 6 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.
 - 7 Еськов В.В. Математическое моделирование гомеостаза и эволюции *complexity*: монография. Тула: Издательство ТулГУ, 2016. – 307 с.
 - 8 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
 - 9 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.
 - 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.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., Филатова О.Е. *Complexity: хаос гомеостатических систем* / Под ред. Г.С. Розенберга. Самара: Изд-во ООО «Порто-принт», 2017. – 388 с.
 - 13 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.
 - 14 Пятин В. Ф., Еськов В.В. Может ли быть статичным гомеостаз? // *Успехи кибернетики.* – 2021.– Т. 2, №1. – С. 41-49.
 - 15 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
 - 16 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.
 - 17 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
 - 18 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
 - 19 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>
 - 20 Gazyu, G.V., Eskov, V.V., Bashkatova, Yu.V., Stratan, N.F. Research of the Industrial Electromagnetic Field Influence on Heart State in Oil and Gas Workers of the Russian Federation // *Ecology and Industry of Russia*, 2022, 26(5), Pp. 55–59
 - 21 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
 - 22 Коннов П.Е., Филатов М.А., Поросинин О.И., Юшкевич Д.П. Использование искусственных

- нейросетей в оценке актинического дерматита // Вестник новых медицинских технологий. – 2022. – Т. 29. – № 2. – С.109-112. DOI: 10.24412/1609-2163-2022-2-109-112
- 23 Коннов П.Е., Еськов В.В., Газя Н.Ф., Манина И.А., Филатов М.А. Оценка клинических показателей больных хроническим актиническим дерматитом // Вестник новых медицинских технологий. – 2022. – Т. 29. – № 4. – С.121-124. DOI: 10.24412/1609-2163-2022-4-121-124
- 24 Хадарцев А.А., Кухарева А., Воронюк Т.В., Волохова М.А., Музиева М.И. Нейровегетативный статус женщин севера РФ при дозированных нагрузках // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2023. – №1. – С.18-27. DOI: 10.12737/2306-174X-2023-1-21-27
- 25 Газя Г.В., Филатов М.А., Шакирова Л.С. Математические доказательства гипотезы Н.А. Бернштейна о «повторении без повторений» // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2023. – №1. – С.89-100. DOI: 10.12737/2306-174X-2023-1-81-89
- 26 Коннов П.Е., Топазова О.В., Трофимов В.Н., Еськов В.В., Самойленко И.С. Нейросети в идентификации главных клинических признаков при актиническом дерматите // Вестник новых медицинских технологий. – 2023. – Т. 30. – № 2. – С.115-118. DOI: 10.24412/1609-2163-2023-2-115-118
- 27 Розенберг Г.С. Порядок- хаос, асимптотика- синергетика, классика- постнеклассика: взгляд эколога // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2023. – №1. – С.5-17. DOI: 10.12737/2306-174X-2023-1-5-20
- 28 Еськов В.М. Два подхода в познании природы человека // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2023. – №1. – С.64-74. DOI: 10.12737/2306-174X-2023-1-64-71
- 29 Еськов В.М., Пятин В.Ф., Башкатова Ю.В. Медицинская и биологическая кибернетика: перспективы развития. // Успехи кибернетики. – 2020. – Т.1, №1. – С. 64-72.
- 30 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
- 31 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.
- 32 Газя Г.В., Газя Н.Ф., Еськов В.М. Проблема выбора инвариант в биокибернетике с позиции статистики // Успехи кибернетики. – 2022. – 3(4).– Стр. 102-109. DOI: 10.51790/2712-9942-2022-3-4-12
- 33 Еськов В.В., Газя Г.В., Коннов П.Е. Фундаментальные проблемы биокибернетики из-за неустойчивости выборок биосистем // Успехи кибернетики. – 2022. – 3(4).– Стр. 110-122. DOI: 10.51790/2712-9942-2022-3-4-13
- 34 Кухарева А.Ю., Еськов В.В., Газя Н.Ф. Гипотеза Эверетта и квантовая теория сознания // Успехи кибернетики. – 2023. – 4(1). – Стр. 65-71. DOI: 10.51790/2712-9942-2023-4-1-09
- 35 Филатова О.Е., Филатов М.А., Воронюк Т.В., Музиева М.И. Квантовомеханический подход в электрофизиологии // Успехи кибернетики. – 2023. – 4(2). – Стр. 68-77. DOI: 10.51790/2712-9942-2023-4-2-10
- 36 Еськов В.В., Газя Г.В., Кухарева А.Ю. Потеря однородности группы – вторая «великая» проблема биомедицины // Успехи кибернетики. – 2023. – 4(2). – Стр. 78-84. DOI: 10.51790/2712-9942-2023-4-2-11
- 37 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.

References

1. Bernstein N.A. The coordination and regulation of movements // Oxford, New York, Pergamon Press. 1967. 196 p.
2. Weaver W. Science and Complexity // American Scientist. – 1948. – Vol. 36. – Pp. 536-544.
3. 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 032089 DOI 10.1088/1755-1315/981/3/032089
4. 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>
5. 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
6. Galkin V.A., Es'kov 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.
7. Es'kov V.V. Matematicheskoe modelirovanie gomeostaza i evolyucii complexity: monografiya. Tula: Izdatel'stvo TulGU, 2016. – 307 s.
8. 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
9. Es'kov 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.
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. Es'kov 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.
12. Es'kov V.M., Galkin V.A., Filatova O.E. Complexity: haos gomeosticheskikh sistem / Pod red. G.S. Rozenberga. Samara: Izd-vo OOO «Porto-print», 2017. – 388 s.
13. Es'kov V.M., Galkin V.A., Filatova O.E. Konec opredelennosti: haos gomeosticheskikh sistem / Pod red. Hadarceva A.A., Rozenberga G.S. Tula: izd-vo Tul'skoe proizvodstvennoe poligraficheskoe ob"edinenie, 2017. – 596 s.
14. Pyatin V. F., Es'kov V.V. Mozhet li byt' statichnym gomeostaz? // Uspekhi kibernetiki. – 2021. – T. 2, №1. – S. 41-49.
15. 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
16. 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.
17. 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
18. 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

19. 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>
20. Gazya, G.V., Eskov, V.V., Bashkatova, Yu.V., Stratan, N.F. Research of the Industrial Electromagnetic Field Influence on Heart State in Oil and Gas Workers of the Russian Federation // Ecology and Industry of Russia, 2022, 26(5), Pp. 55–59
21. 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
22. Konnov P.E., Filatov M.A., Porosinin O.I., YUshkevich D.P. Ispol'zovanie iskusstvennyh nejrosetej v ocenke aktinicheskogo dermatita // Vestnik novyh medicinskih tekhnologij. – 2022. – T. 29. – № 2. – S.109-112. DOI: 10.24412/1609-2163-2022-2-109-112
23. Konnov P.E., Es'kov V.V., Gazya N.F., Manina I.A., Filatov M.A. Ocenka klinicheskikh pokazatelej bol'nyh hronicheskim aktinicheskim dermatitom // Vestnik novyh medicinskih tekhnologij. – 2022. – T. 29. – № 4. – S.121-124. DOI: 10.24412/1609-2163-2022-4-121-124
24. Hadarcev A.A., Kuhareva A., Voronyuk T.V., Volohova M.A., Muzieva M.I. Nejrovegetativnyj status zhenshchin severa RF pri dozirovannyh nagruzkah // Slozhnost'. Razum. Postneklassika. – 2023. – №1. – S.18-27. DOI: 10.12737/2306-174X-2023-1-21-27
25. Gazya G.V., Filatov M.A., SHakirova L.S. Matematicheskie dokazatel'stva gipotezy N.A. Bernshtejna o «povtoreniy bez povtoreniy» // Slozhnost'. Razum. Postneklassika. – 2023. – №1. – S.89-100. DOI: 10.12737/2306-174X-2023-1-81-89
26. Konnov P.E., Topazova O.V., Trofimov V.N., Es'kov V.V., Samojlenko I.S. Nejroseti v identifikacii glavnyh klinicheskikh priznakov pri aktinicheskom dermatite // Vestnik novyh medicinskih tekhnologij. – 2023. – T. 30. – № 2. – S.115-118. DOI: 10.24412/1609-2163-2023-2-115-118
27. Rozenberg G.S. Poryadok- haos, asimptotika- sinergetika, klassika- postneklassika: vzglyad ekologa // Slozhnost'. Razum. Postneklassika. – 2023. – №1. – S.5-17. DOI: 10.12737/2306-174X-2023-1-5-20
28. Es'kov V.M. Dva podhoda v poznanii prirody cheloveka // Slozhnost'. Razum. Postneklassika. – 2023. – №1. – S.64-74. DOI: 10.12737/2306-174X-2023-1-64-71
29. Es'kov V.M., Pyatin V.F., Bashkatova YU.V. Medicinskaya i biologicheskaya kibernetika: perspektivy razvitiya. // Uspekhi kibernetiki. – 2020. – T.1, №1. – S. 64-72.
30. 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). – Str.102-112. DOI: 10.51790/2712-9942-2022-3-3-11
31. Hadarceva K. A., Filatova O. E. Novoe ponimanie stacionarnyh rezhimov biologicheskikh sistem. // Uspekhi kibernetiki. – 2022. – 3(3).– Str. 92-101. DOI: 10.51790/2712-9942-2022-3-3-10.
32. Gazya G.V., Gazya N.F., Es'kov V.M. Problema vybora invariant v biokibernetike s pozicii statistiki // Uspekhi kibernetiki. – 2022. – 3(4).– Str. 102-109. DOI: 10.51790/2712-9942-2022-3-4-12
33. Es'kov V.V., Gazya G.V., Konnov P.E. Fundamental'nye problemy biokibernetiki iz-za neustojchivosti vyborok biosistem // Uspekhi kibernetiki. – 2022. – 3(4).– Str. 110-122. DOI: 10.51790/2712-9942-2022-3-4-13
34. Kuhareva A.YU., Es'kov V.V., Gazya N.F. Gipoteza Everetta i kvantovaya teoriya soznaniya // Uspekhi kibernetiki. – 2023. – 4(1). – Str. 65-71. DOI: 10.51790/2712-9942-2023-4-1-09
35. Filatova O.E., Filatov M.A., Voronyuk T.V., Muzieva M.I. Kvantovomekhanicheskij podhod v elektrofiziologii // Uspekhi kibernetiki. – 2023. – 4(2). – Str. 68-77. DOI: 10.51790/2712-9942-2023-4-2-10
36. Es'kov V.V., Gazya G.V., Kuhareva A.YU. Poterya odnorodnosti gruppy – vtoraya

«velikaya» problema biomediciny // Uspekhi kibernetiki. – 2023. – 4(2). – Str. 78-84. DOI: 10.51790/2712-9942-2023-4-2-11

37. Zaslavskij B.G., Filatov M.A., Es'kov V.V., Manina E.A. Problema nestacionarnosti v fizike i biofizike. // Uspekhi kibernetiki. – 2020. – Т. 1, №2. – S. 61–67.