

II. ФИЛОСОФИЯ И ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ В ОБЩЕЙ ПОСТНЕКЛАССИЧЕСКОЙ ПАРАДИГМЕ

DOI: 10.12737/2306-174X-2021-35-47

*«В том новом, что создаёт
активная природа вдали
от равновесия, возможное
богаче реального»
И.Ф. Пригожин*

МЕСТО ОБЩЕЙ ТЕОРИИ СИСТЕМ В КОГНИТИВНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

А.А. ХАДАРЦЕВ¹, В.В. ЕСЬКОВ³, Ю.В. БАШКАТОВА², В.В. ВЕДЕНЕЕВ³

¹ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет», медицинский институт, ул.
Болдина, д. 128, г. Тула, Россия, 300012

²ФГУ «ФНЦ Научно-исследовательский институт системных исследований Российской
академии наук». Обособленное подразделение «ФНЦ НИИСИ РАН» в г. Сургуте, ул. Базовая,
34, г. Сургут, Россия, 628400

³БУ ВО ХМАО-Югры «Сургутский государственный университет», ул. Ленина, 1,
Сургут, Россия, 628400

Аннотация. Практически все исследователи в области нейросетей мозга и когнитивных наук согласны с тем, что мы имеем дело со сложными системами. Однако, реальная сложность живых систем еще не изучена и не осознана современной наукой. Изучение сознания, эвристики, работы нейросетей мозга действительно связано с изучением работы сложных систем. При этом, за последние 30-40 лет в этих областях науки о мозге мы практически отошли от системных принципов, от понимания мозга как сложной динамической системы. В этой области знаний сейчас превалирует молекулярный и клеточный уровень анализа работы мозга. Таким образом, нарушается базовый, фундаментальный принцип системности, который гласит: поведение отдельного элемента сложной системы не определяет динамику поведения всей системы. В работе дается анализ развития общей теории систем и подробно рассматриваются достижения синергетики и теории хаоса-самоорганизации в изучении нейросетей мозга и эвристической работы мозга человека. Раскрывается истинное понимание сложности поведения нейросетей мозга и эвристики. Предлагается новый путь развития общей теории систем, в котором живые системы не изучают в рамках детерминизма или стохастики.

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

THE ROLE OF GENERAL SYSTEMS THEORY IN COGNITIVE RESEARCH

А.А. KHADARTSEV¹, V.V. ESKOV³, Yu.V. BASHKATOVA², V.V. VEDENEEV³

¹FSBEI HE "Tula State University", Medical Institute, Boldin Str., 128, Tula, 300012, Russia

²Federal research center for scientific research institute of system research of the Russian Academy
of Sciences, Bazovaya Str. 34, Surgut, 628400, Russia

³Surgut State University, Lenina, 1, Surgut, 628400, Russia

Abstract. Almost all the researchers in the field of brain neural networks and cognitive sciences agree that we are dealing with complex systems. However, the real complexity of living systems has not been studied and understood by modern science yet. The study of consciousness, heuristics and the work of neural networks of the brain is really connected with the study of the complex systems work. At the same time, over the past 30-40 years in these areas of brain science, we have practically moved away from systemic principles and from understanding the brain as a complex dynamic system. This area of knowledge is now dominated by the molecular and cellular level of the brain analysis. Thus, the basic, fundamental principle of consistency which says that the behavior of an individual element of a complex system does not determine the dynamics of the entire system's behavior, is violated. The paper analyzes the development of general systems theory and examines in detail the achievements of synergetics and the theory of chaos-

self-organization in the study of brain neural networks and the heuristic work of the human brain. The true understanding of the complexity of the brain neural networks behavior and heuristics is revealed. A new development way of the general theory of systems is proposed, in which living systems are not studied within the framework of determinism or stochastics.

Key words: *brain, chaos, system, Eskov-Zinchenko effect.*

Введение. В современной медицинской и биологической кибернетике и всей медико-биологической науке за последние 30-40 лет складывается негативная практика отхода от изучения истоков той или иной науки и наблюдается активный переход к изучению частных (мелких) вопросов в изучении сложных систем. К числу таких систем в первую очередь относится работа мозга, нейронных сетей мозга (НСМ), сознания человека и работа мозга в режиме эвристики. Отметим, что и ранее можно наблюдать примеры такой ситуации в науке. Например, общая теория систем (ОТС), которая активно разрабатывалась в 20-60-х годах 20-го века (в том числе и научной школой Л. Фон Берталанфи), практически открывала заново работы своих предшественников конца 19-го века и начала 20-х годов 20-го века. В первую очередь речь идет о работах А.А. Богданова (тектология) и Т. Котарбинского (праксеология).

Работы этих двух ученых никак не отражены в ОТС за период 30-х-50-х годов 20-го века. Мало внимания уделяла ОТС и работам П.К. Анохина в области функциональных систем организма (ФСО) человека. Вместе с тем эти трое ученых совершили выдающийся вклад в развитие области ОТС именно с позиций оценки живых систем и их роли в ОТС. Сейчас можно уверенно говорить, что развитие кибернетики и синергетики (*H. Haken*) невозможно без понимания роли и места живых систем в ОТС. Более того, именно живые системы (или системы третьего типа – СТТ по классификации *W. Weaver* [1]) и должны составлять основу ОТС [2-11]. При этом мы должны перейти к новому пониманию сложности и неопределенности 1-го и 2-го типов в организации СТТ. Это все сейчас происходит в новой теории хаоса-самоорганизации – ТХС [10, 11], где для СТТ сформированы 5 базовых принципов их существования.

Очевидно, что познание СТТ раскрывает нам и новое понимание *complexity*, которое в современной детерминистской и стохастической науке (ДСН) трактуется весьма упрощенно. Сейчас под сложностью понимают очень узкую область знаний о некоторых неустойчивых системах. Но еще *I.R. Prigogine* понимал, что живые системы весьма сложно изучать в рамках детерминистской и стохастической науки (ДСН) [71, 72]. СТТ-*complexity* сейчас изучаются в рамках новой теории хаоса-самоорганизации (ТХС), где вводятся новые (другие) понятия и законы поведения СТТ, как реально сложных систем [18-28]. В рамках ТХС мы сейчас создаем новые модели поведения сложных (живых) систем [1, 3, 5, 8, 13-15, 21-24, 28, 31, 35, 48, 52, 53, 55, 57, 61, 63], которые не имеют аналогов в традиционной ДСН и требуют новых терминов и законов. Эти новые законы должны составить фундамент и новой ОТС [8-28, 53, 55, 56, 67], которая может базироваться на ТХС. Очевидно, что развитие ОТС невозможно без понимания типов систем (1, 2 и 3-го типов), которые впервые представил *W. Weaver* и их описания в рамках формального аппарата (таких аппаратов (наук) сейчас мы выделяем три).

1. Представление древних о сложных системах.

Если говорить о возможном вкладе древних ученых в ОТС, то следует остановиться на трех школах в области мировоззрения нестабильных (неустойчивых, сложных) систем. Речь идет о представлениях древних греков, индусов и китайцев. Каждая из этих научных школ обратила внимание человечества на некоторые аспекты (принципы организации) сложных неустойчивых систем, но при этом никакого формального аппарата для их изучения этими учеными не было создано. Отметим, что и современная ОТС тоже не

располагает единым (общим) математическим аппаратом для описания и изучения сложных (нестабильных) систем. В первую очередь это касается изучения организма человека, работы его мозга [4, 8-14]. Очевидно, что нейросети мозга (НСМ), работа мозга как сложной системы демонстрируют особую неустойчивость и неповторяемость (в состоянии НСМ) [4, 9-15, 29].

В современной науке сложилась парадоксальная ситуация: мы довольно хорошо изучили мир неживой природы, но имеем очень слабые (поверхностные) знания о живых системах и в первую очередь об организме человека и о его мозге. Напомним, что группы крови были открыты несколько позже, чем мы начали изучать строение атома. Невидимый мир микрочастиц мы изучаем быстрее и более детально, чем мир живых систем. При этом еще древние ученые 2-3 тысячи лет назад отмечали главные свойства живой материи – ее чрезвычайную изменчивость и нестабильность.

Например, ученые древней Греции указывали на неповторяемость многих процессов в живой и неживой природе, подчеркивая, что «все течет и все изменяется». Сейчас нам становится все более очевидным, что это в первую очередь относится именно к живым объектам, к работе мозга, состояние которого невозможно произвольно повторить. Организм любого человека (в целом) совершенно не повторим с позиции ДСН, но мы уже более 2000 лет изучаем его в рамках детерминизма (функциональный анализ) и стохастики. Почти вся биомедицина построена на стохастике, но греки 2000 лет назад уже отрицали возможность повторения чего-либо в природе (и в организме человека тоже). Постоянная изменчивость – это базовое свойство любой живой системы [1, 3, 4, 8-15, 21, 23, 25, 28].

Об этом говорили и древние ученые Китая и Индии. Отметим, что в учении Дао много веков назад ученые выделяли три уровня организации разумной жизни (и принятия решений) любым человеком на Земле. Утверждалось, что многие люди

живут в рамках жесткой регламентации своих действий (в ТХС это означает детерминистский подход – действия человека жестко регламентируются правилами). При этом существуют люди и 2-го уровня, которые анализируют события и могут варьировать своим поведением (в ТХС это означает стохастический подход – имеются вариации вокруг среднего). Но в Дао существует и третий уровень, когда человек сам выбирает (и строит) свой путь на основе анализа происходящих событий и собственного разума. В этом случае человек сам управляет своей жизнью, он контролирует свое будущее (часто вопреки внешним обстоятельствам). Такой человек – криэйтор (он может создавать и новые знания).

Люди третьего уровня сами формируют свой путь, их трудно предсказывать, т.к. они могут выходить не только за 3 сигмы (с вероятностью 0,003), но и за 5, 10, 20 сигм в динамике своего поведения. Это люди криэйторы, создатели нового. В неживой природе такие отклонения не наблюдаются, т.к. они характерны для выборок, насчитывающих миллиарды повторений. В статистике с такими (выход за 20 сигм) величинами не работают, но в ТХС такие объекты встречаются довольно часто. У таких систем мы наблюдаем неустойчивость моды, медианы, статистического среднего, дисперсии и т.д. Такие системы демонстрируют особую статистическую неустойчивость, которую в ДСН пока не изучали [1, 3, 8, 10-15, 21, 23, 37, 39, 46, 49, 51, 54, 56-63, 76].

В ТХС мы говорим в этом случае о системах третьего типа (СТТ), которые пытался ввести в современную науку *W. Weaver* в 1948 г. [74]. Люди третьего уровня Дао сами создают свои «выборки» и сами определяют траекторию развития своей жизни. При этом, любая форма жизни – это уже СТТ-*complexity*. Однако в ДСН нет понимания особой сложности СТТ, т.е. живых систем, и нет понимания трех парадигм (детерминистской, стохастической и третьей парадигмы естествознания – парадигмы хаоса-самоорганизации). В целом, в ДСН мы имеем дело с повторяемыми и

воспроизводимыми системами. Системы без повторений – это не объект современной ДСН (об этом говорил Р. Пенроуз [70] и *I.R. Prigogine* [71, 72]).

Таким образом, древние греки, китайцы и индусы уже имели некоторые представления о сложности и о системах трех типов: детерминистских (где закон это все!), стохастических (возможность вариаций) и хаотических самоорганизующихся системах (статистически неустойчивых) – СТТ [8-15]. При этом отсутствовали модели хаоса-самоорганизации (СТТ-*complexity*) и нет понимания особой сложности СТТ [1, 3, 10-16, 19, 22, 23, 27, 28, 30-32, 38, 40-42, 53, 55], которая выходит за рамки динамического хаоса Лоренца. Именно об особой *complexity* и говорил W.Weaver 70 лет назад [74].

2. ОТС конца 19-го и начала 20-го веков.

Безусловным лидером создания и развития ОТС (в ее современном виде, включая и ТХС с третьей парадигмой) является Александр Александрович Богданов (1873-1928 гг.) с его «Тектологией» («Всеобщая организационная наука»). Без преувеличения можно сказать, что эта работа по значимости является аналогом работы И.М. Сеченова («Рефлексы головного мозга») в создании современной нейронауки и физиологии.

Действительно, А.А. Богданов в тектологии впервые выполнил анализ множества различных возможных систем. При этом он особое значение отводил именно живым системам (в будущем – это СТТ). Он выделил типы систем, что в дальнейшем было развито в работах М. Месаровича. Богданов доказывал определенное единство в организации всех систем природы (под понятием «комплекса» он понимал современную трактовку системы). При этом он особым образом выделял именно живые системы.

В им изучаемых комплексах (системах) он особым образом выделял интеграцию (что послужило прообразом современного понимания «эмерджентности» и компарментно-кластерной [8, 10, 11, 13,

14] теории организации систем). Более того, А.А. Богданов предсказал процесс изменения организации, что сейчас нами в ТХС трактуется как базовое, 2-е свойство (принцип организации) СТТ-*complexity*. Он выделял при этом самоорганизацию и эволюцию сложных систем, что является третьим свойством СТТ в новой ТХС. В целом, А.А. Богданов был предвестником появления ТХС.

Особым образом он изучал связанность комплексов с окружением и, фактически, переходил к открытым системам (основа термодинамики неравновесных систем (ТНС) *I.R. Prigogine* [71, 72]). При этом он подчеркивал, что положительные и отрицательные связи в комплексах взаимодействуют, дополняя друг друга. Напомним, что кибернетика (учитывает отрицательные связи) и синергетика (учитывает положительные связи) сейчас нами объединяются в ТХС, где оба этих типа связей имеют место и учитываются [2, 8, 9-16, 24, 31, 36]. При этом именно для живых систем (с их диссипацией) положительные связи имеют особое значение [22-39].

А.А. Богданов изучал различные типы организационного развития, например, схождения и расхождения форм. Более того, он описал типы системных кризисов при организации и дезорганизации комплексов, предвосхитив современные представления о кризисах в развитии любой системы (социальной, в первую очередь). В тектологии Богданов активно развивал идеи об обратной связи (положительной и отрицательной) и представил идеи изоморфизма систем.

Все это в дальнейшем вошло в ОТС Л.фон Берталанфи, в кибернетику N.Winner и W.R. Ashby. Он активно развивал идеи моделирования сложных систем (подстановку в его терминологию) в своей работе «Эмпириомонизм». В целом, А.А. Богданов существенно опередил время в создании и развитии ОТС, но был забыт на долгие 70 лет.

Несколько позже Т. Котарбинский (1886-1981гг.) начал создавать свою праксеологию, как общую теорию общественных рациональных человеческих

действий. Фактически, работы этого автора дополняли идеи Богданова и вместе эти ученые охватывали все типы систем в окружающем нас мире. Обе эти теории составили базис ОТС, которую активно создавал и развивал Л. фон Бергаланфи за весь период своей длительной жизни (он охватывает 20-70-е годы 20-го века). Очевидно, что ОТС будет неполной, если в нее не включить кибернетику Н. Винера и синергетику Г. Хакена.

Завершая этот исторический экскурс, следует отметить, что ОТС применительно к живым системам сейчас не имеет собственной теории и собственного математического аппарата. Однако, еще *W. Weaver* [74] выделял живые системы в особые сложные системы, которые должны быть отличными от детерминистских систем (функциональный анализ) и стохастических систем. Однако, в ОТС живые системы так и не вошли отдельным кластером, т.к. они действительно обладают особыми свойствами (отличными от объектов неживой природы) [3-16, 22, 35, 47, 52, 67].

3. Представление ТХС и третьей парадигмы – новые перспективы ОТС.

Выполняя обзор динамики развития ОТС, мы должны особым образом отметить работы Н.А. Бернштейна, *W. Weaver*, П.К. Анохина, *A. Zadeh* и *H. Haken* в изучении живых системы. Подчеркнем, что Н.А. Бернштейн выдвинул гипотезу о «повторении без повторений» в биомеханике. Фактически, это было предсказание эффекта Еськова-Зинченко (ЭЗ) не только в физиологии нервно-мышечной системы (НМС), но и во всей биологии и медицины [1-16, 20-29, 36-39, 49]. Одновременно, в 1948 г. *W. Weaver* вводит понятие трех систем природы, где живые системы (СТТ) занимают особое место [74].

В представлениях *W. Weaver* существуют системы 1-го типа – простые системы (в нашей классификации – это детерминистские системы с теорией динамических систем (ТДС) в их описании). Далее идут системы 2-го типа (неорганизованная сложность –

стохастические системы в нашей классификации). Наконец, СТТ – организованный сложность (живые системы).

Эти СТТ в современной ДСН никак не изучаются. Нет понимания их особенностей, нет в ДСН и доказательств их особой сложности. Однако, это за последние 20 лет мы выполнили в новой ТХС [8-22, 35, 47], где доказали реальность гипотезы *W. Weaver* о живых системах [74].

В целом, и представления Н.А. Бернштейна, и представления *W. Weaver* и *L.A. Zadeh* были гипотезами. Никаких доказательств особенностей СТТ-*complexity* в их гипотезах не было. Это были догадки, но они нам послужили для проверки «неповторимости» любых параметров x_i вектора состояния биосистемы $x=x(t)=(x_1, x_2, \dots, x_m)^T$. Эту проверку мы начали с функциональных систем организма (ФСО) человека, теорию которых (ФСО) П.К. Анохин разработал в середине 20-го века (30-е-60-е годы 20-го века). В первую очередь это касается НМС и кардиореспираторной системы (КРС), в частности, сердечно-сосудистой системы (ССС).

В рамках ТХС были выполнены тысячи повторных (многократных) измерений выборок треморограмм (ТМГ), теппинграмм (ТПГ), кардиоинтервалов (КИ) и других 14-ти параметров ССС. Это выполнялось по 15 раз как для одного испытуемого (по 225 выборок ТМГ, ТПГ и КИ у одного и того же испытуемого), так и для групп из 15-ти -20-ти испытуемых (в режиме 15-ти повторных регистраций выборок x_i). Во всех случаях мы строили матрицы парных сравнений выборок x_i (размером 15×15), в которых производились парные сравнения и рассчитывался критерий Вилкоксона (Манна-Уитни и др.) для оценки их (этих двух выборок) статистических совпадений. Если эти критерии $P \geq 0,05$, то такие две выборки можно отнести к одной (общей) генеральной совокупности (они статистически совпадают). Число k таких пар (с $p \geq 0,05$) было рассчитано в сотнях таких матриц парных сравнений выборок.

Крайне малое число k – число пар выборок ТМГ (или КИ), которые имеют одну общую генеральную совокупность (обычно $k < 10\%$), говорит об отсутствии статистических совпадений и о потере статистической устойчивости выборок (выборки неоднородны). Любая выборка параметров НМС и ССС является уникальной (ее невозможно произвольно повторить для одного испытуемого или одной группы в их неизменном гомеостазе). Это означает, что биология и медицина работают с уникальными выборками и сравнение разных состояний биосистемы весьма проблематично, т.к. и в одинаковом состоянии испытуемого выборки различаются с позиций стохастики.

Таким образом, ЭЭЗ в виде статистической неустойчивости выборок параметров x_i НМС и ССС является главным аргументом для перехода от ДСН к ТХС в изучении сложных систем в биологии, медицины, психологии и других «неточных» науках. Эпоха ДСН в изучении сложных биосистем завершается. Подчеркнем, что речь идет именно о сложных системах, так как на молекулярном уровне могут работать законы физики и химии, т.е. детерминизм и стохастика работают объективно. СТТ – это объекты со сложной динамикой поведения их вектора состояния $x(t) = (x_1, x_2, \dots, x_m)^T$ в m -мерном фазовом пространстве состояний (ФПС). Для них нужна новая теория и новые модели, которые выходят за пределы ДСН [1, 3, 10-16, 19, 22, 23, 27, 28, 30-32, 38, 40-42, 51-63, 65-69, 76].

Для выхода из возникшего кризиса мы предлагаем рассчитывать параметры псевдоаттракторов (КА) и межаттракторных расстояний. В ТХС постулируется, что при реальном изменении физиологического состояния организма испытуемого площадь S (или объем Vg) ПА₁ может в 2 раза измениться (уменьшиться или увеличиться) или центр 2-го (после изменений) ПА₂ покидает пределы первого ПА₁ (до реальных изменений). Такие существенные изменения в ТХС определяются как эволюция СТТ и они могут быть

совершенно не определены в рамках традиционной ДСН [3-16, 22, 35, 47, 52, 67]. Возникает неопределенность 1-го типа: стохастика не показывает различий, а ТХС достоверно диагностирует изменения функционального состояния биосистемы [44, 48-51, 73-76].

Учитывая реальность ЭЭЗ и новые методы ТХС, правомерно задать вопрос: что является причиной такого статистического хаоса? Поскольку НМС и ССС в итоге управляется со стороны центральной нервной системы (ЦНС), т.е. нейросетями мозга (НСМ), то закономерно поставить вопрос об участии НСМ в организации хаоса в системах регуляции ФСО. Мы выдвинули гипотезу о первичности хаоса в работе НСМ и работы нейросетей мозга в режиме статистического хаоса [40-54].

Действительно, ЦНС (НСМ) обеспечивают регуляцию ФСО и если работа НСМ будет происходить в хаотическом режиме, то и управляемые ими (НСМ) ФСО должны генерировать хаос своих параметров. Для проверки этой гипотезы мы многократно регистрировали электроэнцефалограммы (ЭЭГ) у одного и того же испытуемого (или группы испытуемых) и полученные выборки ЭЭГ сравнивали путем построения матриц парного сравнения выборок. Итог этих многочисленных исследований: мы имеем небольшое число k_3 пар выборок ЭЭГ, которые (эти две сравниваемые) легко отнести к одной генеральной совокупности.

Градуальное нарастание статистического хаоса и снижение доли стохастики говорят о вкладе периферии (мышц и биомеханического компонента) в работе всей НМС (как иерархической системы). Очевидно, что хаос НСМ наименьший и он первичен, но НСМ – это тоже хаотические системы. Какое практическое значение имеет хаос НСМ в работе мозга? Имеет ли хаос НСМ отношение к когнитивной деятельности мозга и эвристической деятельности человека в целом? Ответы на эти сложные вопросы нами были получены на моделях НСМ – искусственных нейронных сетях (ИНС).

Исходя из двух базовых свойств (хаос и реверберации) любых живых систем мы должны были внести хаос в работу ИНС и этот хаос должен касаться всех элементов ИНС, а не отдельных ее нейронов. Добавим, что основу ТХС составляют многократные повторения одних и тех же процессов в работе биосистем. Эти многократные повторения составляют основу работы мозга, т.к. любая ЭЭГ – это непрерывный поток изменяющихся биопотенциалов мозга. Покой в НСМ невозможен, т.к. изолиния на электроэнцефалограмме – это смерть мозга.

Таким образом, при приближении ИНС к работе реальных НСМ перед нами стояла задача ввести эти три принципа организации НСМ в работу моделей НСМ (т.е. в ИНС). Мы заставили работать традиционные общеизвестные ИНС в этих трех режимах, которые характерны в поведении НСМ и составляют основу современной ОТС. Иными словами мы создали хаос в ИНС, этот хаос затрагивал все искусственные нейроны ИНС и мы заставили их многократно реверберировать (повторять настройку нашей новой ИНС). Реализация этих трех принципов новой ОТС дала поразительные результаты. В итоге мы смогли смоделировать эвристическую работу мозга [1-16, 20-29, 36-40, 45, 63].

Напомним, что любая эвристическая деятельность мозга является итогом когнитивной деятельности человека (но не любая когнитивная деятельность заканчивается эвристикой). В науке эвристика приводит к получению новой информации, новых знаний на фоне явного недостатка знаний. Одно из направлений эвристики при получении в научных знаниях является системный синтез, когда из множества различных диагностических признаков (это пример из медицины) мы выбираем главные x_i^* , т.е. резко уменьшаем размерность ФПС, переходим от m к n , где $n < m$ (для вектора $x(t)$) [1, 3-16].

ТХС обеспечила моделирование работы мозга талантливого ученого (в режиме эвристики) и позволяет решать задачу системного синтеза в биомедицине. В итоге открываются новые перспективы

развития ОТС в когнитивных науках, в нейронауках [1, 3, 10-16, 19, 22, 23, 27, 28, 30-32, 38, 40-42, 51-63, 65-69, 76].

Заключение. Итоги развития ОТС за более чем 130 лет показали, что главная проблема ОТС связана с описанием живых систем. Эти живые системы (СТТ в классификации *W. Weaver*) обладают особой сложностью. Эта сложность сейчас раскрыта в виде ЭЭЗ, т.е. отсутствия статистической устойчивости выборок любых параметров x_i для СТТ. ЭЭЗ составляет основу неопределенности 2-го типа в ТХС, но имеется и неопределенность 1-го типа. В этом случае статистика не показывает различий, а ТХС эти различия диагностирует.

Оказывается, что ТХС и ИНС могут разрешать неопределенности 1-го и 2-го типа, но возникает проблема применения особых свойств СТТ в когнитивных науках. В рамках новой ОТС мы предлагаем три новых принципа работы ИНС, которые следуют из работы реальных НСМ и принципов ОТС. Это принципы: хаос, реверберации (многократные настройки ИНС) и работа одновременно со всеми искусственными нейронами (хаос задается на все нейроны ИНС).

В итоге новые принципы работы ИНС обеспечили моделирование эвристической работы мозга. Искусственные нейросети могут теперь идентифицировать параметры порядка (находить главные диагностические признаки) и строить модели СТТ в виде псевдоттракторов. Формально мы сейчас решаем общую задачу идентификации параметров порядка и нахождения русел (в виде движения квазиаттракторов в ФПС). Человечество подошло к разгадке эвристической работы мозга и к моделям деятельности мозга талантливых людей (например, врачей в медицине). Очевидно, что этот новый подход открывает особые перспективы в развитии и ОТС, и когнитивных наук, наук о мозге.

Литература

1. Башкатова Ю.В., Денисова Л.А., Мнацаканян 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. Буданов В.Г. Информационная динамика и социально-экономические кризисы в цифровую эпоху. // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2018. – № 4. – С.44-58.
 3. 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.
 4. 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.
 5. Галкин В.А., Попов Ю.М., Григоренко В.В., Архипкина М.В. Новые подходы в математическом моделировании биосистем // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2020. – № 4. – С. 60-69.
 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. Гордиевский А.Ю., Попов Ю.М., Сазонова Н.Н., Салимова Ю.В. Энтропия и энергия в биомеханике. // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2019. – № 3. – С.51-61.
 8. Еськов В.В. Математическое моделирование гомеостаза и эволюции *complexity*: монография. Тула: Издательство ТулГУ, 2016. 307 с.
 9. Еськов В.М., Гавриленко Т.В., Зимин М.И., Зимица С.А. Нейросетевые принципы в идентификации и изучении систем с хаотической динамикой. / Под ред. А.А. Хадарцева, В.М. Еськова. Тула: Изд-во ТулГУ, 2016., 398 с.
 10. Еськов В.М., Еськов В.В., Филатов М.А. Третья глобальная парадигма. Современное естествознание в контексте неопределенности. Том II. / Под редакцией А.А. Хадарцева, В.М. Еськова. Тула: ТРО МОО «Академия медико-технических наук», 2016, 388 с.
 11. Еськов В.М., Еськов В.В., Филатов М.А. Философия complexity: гомеостаз и эволюция. / Под ред. В.М. Еськова, А.А. Хадарцева. Тула: ТРО МОО «Академия медико – технических наук», 2016 г., 370 с.
 12. 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.
 13. 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.
 14. 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.
 15. 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.
 16. Еськов В.М., Галкин В.А., Хвостов Д.Ю., Ерега И.Р. Проблема компартментно-кластерного моделирования биосистем. // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2019. – № 2. – С.61-70.
 17. Еськов В.М., Филатова О.Е., Полухин В.В., Нувальцева Я.Н., Веденева Т.С. Новое понимание статичности в биомеханике и проблема стандартов гомеостаза. // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2019. – № 3. – С.22-31.

18. 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.
19. Еськов В.В., Пятин В.Ф., Прохоров С.А., Ерега И.Р., Игнатенко Ю.С. Границы современного понятия гомеостаза и гомеостатических систем. // Вестник новых медицинских технологий. – 2020. – Т. 27. – № 2. – С.125-132.
20. 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.
21. 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.
22. 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.
23. 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.
24. Еськов В.М., Пятин В.Ф., Башкатова Ю.В. Медицинская и биологическая кибернетика: перспективы развития. // Успехи кибернетики. – 2020. – Т.1, №1 - С.64-72.
25. Еськов В.М., Пятин В.Ф., Еськов В.В., Миллер А.В., Веденев В.В. Существуют ли отличия между произвольными и непроизвольными движениями? // Вестник новых медицинских технологий. – 2020. – Т. 27. – № 3. – С. 88-91.
26. Еськов В.М., Хадарцев А.А., Еськов В.В. Третья парадигма. Том III. Восстановительная медицина в зеркале теории хаоса-самоорганизации. Часть I. / Под ред. В.М. Еськова, А.А. Хадарцева. Тула: Изд-во ТулГУ, 2016., 312 с.
27. 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.
28. 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.
29. 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.
30. 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.
31. 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.
32. Мирошниченко И.В., Григоренко В.В., Башкатова Ю.В., Шакирова Л.С. Инварианты параметров систем третьего типа. // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2020. – № 1. – С.58-66.
33. 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
34. 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.

35. 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.
36. 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.
37. 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.
38. 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.
39. 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.
40. 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.
41. 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.
42. 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.
43. Филатова О.Е., Мельникова Е.Г., Афаневич К.А., Головачева Е.А., Фадюшина С.И. Сравнительная характеристика нейровегетативного статуса аборигенов – жителей Югры // Вестник новых медицинских технологий. – 2020. – Т. 27. – № 1. – С. 125-129.
44. 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.
45. Хадарцев А.А., Зинченко Ю.П., Галкин В.А., Шакирова Л.С. Эргодичность систем третьего типа. // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2020. – № 1. – С.67-75.
46. Хадарцев А.А., Пятин В.Ф., Еськов В.В., Веденеева Т.С., Игнатенко А.П. Реализация гипотезы Н.А. Бернштейна о «повторении без повторений» // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2020. – № 3. – С. 24-30.
47. 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.
48. Яхно В.Г., Горбунов Д.В., Булатов И.Б., Горбунов С.В. Термодинамика неравновесных систем И.Р. Пригожина в оценке параметров электромиограмм // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2018. – № 1. – С. 71-79.
49. Bashkatova Yu. V., Filatov M. A., Shakirova L. S. State of athletes' cardiovascular system under physical load in the Russian North. // Ekologiya cheloveka [Human Ecology]. – 2020. – №6 – Pp. 41-45.
50. Bernstein N.A. The coordination and regulation of movements // Oxford, New York, Pergamon Press. 1967. 196 p.
51. Eskov V. M., Bashkatova Yu. V., Beloshchenko D. V., Plyashenko L. K. Cardiointervals parameters of human body

- in response to hypothermia. // *Ekologiya cheloveka [Human Ecology]*. – 2018. – № 10. – Pp.39-45.
52. Eskov, V.M., Zinchenko, Y.P., Filatov, M.A., Ilyashenko, L.K. Glansdorff-Prigogine theorem in the description of tremor chaotic dynamics in cold stress // *Ekologiya cheloveka [Human Ecology]*. – 2017. – No. 5. – Pp. 27-32.
 53. Eskov, V.M., Filatova, O.E., Eskov, V.V., Gavrilenko, T.V. The Evolution of the idea of homeostasis: Determinism, stochastics, and chaos–self-organization // *Biophysics*. – 2017. – 62(5). – Pp. 809-820.
 54. Eskov V. V., Popov Yu. M., Filatova D. Yu., Simanovskaya O. E. Chaos of involuntary movements under conditions of local cooling. // *Ekologiya cheloveka [Human Ecology]*. – 2019. – №12 – Pp. 26-31.
 55. Eskov V.V., Filatova D.Y., Ilyashenko L.K., Vochmina Y.V. Classification of uncertainties in modeling of complex biological systems // *Moscow university physics bulletin*. – 2019. – Vol. 74(1). – Pp. 57-63.
 56. 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.
 57. 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.
 58. Filatov M.A., Ilyashenko L.K., Makeeva S.V. Psychophysiological parameters of students before and after translatitude travels. // *Ekologiya cheloveka [Human Ecology]*. – 2019. – № 4. – Pp. 18-24.
 59. Filatov M.A., Ilyashenko L.K., Kolosova A.I., Makeeva S.V. Stochastic and chaotic analysis of students' attention parameters of different ecological zones. // *Ekologiya cheloveka [Human Ecology]*. – 2019. – №7 – Pp. 11-16.
 60. 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.
 61. 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.
 62. 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.
 63. 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
 64. Gell-Mann M. Fundamental Sources of Unpredictability // *Complexity*. – 1997. – Vol. 3, №1. – Pp.13-19.
 65. 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.
 66. Khadartseva K. A., Filatov M. A., Melnikova E. G. The problem of homogenous sampling of cardiovascular system parameters among migrants in the Russian North. // *Ekologiya cheloveka [Human Ecology]*. – 2020. – №7 – Pp. 27-31.
 67. Khromushin V.A., Pyatin V.F., Eskov V.V., Ilyashenko L.K., Vokhmina Yu.V. New principles in the operation of neural emulators in medical diagnosis. // *Biomedical Engineering*. – 2019. – Vol. 53, No. 2. – Pp. 117-120.
 68. Kolosova A.I., Filatov M.A., Maistrenko E.V., Ilyashenko L.K. An analysis of the attention indices in students from Surgut and Samara oblast from the standpoint of

- stochastics and chaos // *Biophysics*. – 2019. – Vol. 64(4). – Pp. 662–666.
69. Leonov B. I., Grigorenko V. V., Eskov V. M., Khadartsev A. A., Ilyashenko L. K. Automation of the diagnosis of age-related changes in parameters of the cardiovascular system. // *Biomedical Engineering*. – 2018. – Vol. 52, No. 3. – Pp. 210-214.
 70. Penrose R. *The Emperor's New Mind: Concerning Computers, Mind and Laws of Physics* (Oxford: Oxford University Press, 1989).
 71. Prigogine I.R. *The End of Certainty: Time, Chaos, and the New Laws of Nature* (Free Press, 1996).
 72. Prigogine I. *The Die Is Not Cast // Futures*. Bulletin of the World Futures Studies Federation. 2000. Vol. 25, № 4. Pp. 17-19.
 73. Seising, R. Warren Weaver's "Science and complexity" revisited. // *Soft computing in humanities and social sciences*. – 2012. – Pp. 55–87.
 74. Weaver W. *Science and Complexity // American Scientist*. – 1948. – Vol. 36, №4. – Pp. 536-544.
 75. Zadeh L.A. Fuzzy health, illness, and disease // *The Journal of medicine and philosophy*. – 2000– Vol.25, № 5 – 605-638.
 76. Zilov, V.G., Khadartsev, A.A., Eskov, V.V., Ilyashenko L.K., and Kitanina K. Yu. Examination of statistical instability of electroencephalograms. // *Bulletin of Experimental Biology and Medicine* – 2019 – Vol.168, Issue 7. - Pp. 5-9.
 2. Budanov V.G. Informacionnaya dinamika i socialno-ekonomicheskie krizisy v cifrovuyu epoxu [Informational dynamics and socioeconomic crises in the digital age] // *Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]* – 2018. – № 4. – S.44-58.
 3. Galkin V.A., Miller A.V., Xvostov D.Yu., Ignatenko A.P., Vedeneev 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.
 4. 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.
 5. Galkin V.A., Popov Yu.M., Grigorenko V.V., Arhipkina M.V. Novye podxody v matematicheskom modelirovanii biosistem [New approaches in biosystems mathematical modeling] // *Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]*. – 2020. – № 4. – S. 60-69.
 6. Gorbunova M.N., Mordvintseva A.Yu., Vedeneeva T.S., Vorobei O.A., Mandrika O.A. 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. Gordievskij A.Yu., Popov Yu.M., Sazonova N.N., Salimova Yu.V. Entropiya i energiya v biomexanike [Entropy and energy in the biomechanics] // *Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]*. – 2019. – № 3. – S.51-61.

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.

8. Es'kov V.V. Matematicheskoe modelirovanie gomeostaza i ehvolyucii complexity: monografiya. Tula: izd-vo TulGU, 2016. – 307 s.
9. Es'kov V.M., Gavrilenko T.V., Zimin M.I., Zimina S.A. Neurosetevye printsiipy v identifikatsii i izuchenii sistem s khaoticheskoi dinamikoi [Neural network principles in the identification and study of systems with chaotic dynamics] / Pod red. A.A. Khadartseva, V.M. Es'kova. Tula: Izdvo TulGU, 2016. – 398 s
10. Es'kov V.M., Es'kov V.V., Filatov M.A. Tret'ya global'naya paradigma. Sovremennoe estestvoznaniye v kontekste neopredelennosti. Tom II [Third global paradigm. Modern science in the context of uncertainty. Volume II] / Pod redaktsiei A.A. Khadartseva, V.M. Es'kova. Tula: TRO MOO «Akademiya medikotekhnicheskikh nauk», 2016. – 388 s
11. Es'kov V.M., Es'kov V.V., Filatov M.A. Filosofiya complexity: gomeostaz i evolyutsiya [Philosophy of complexity: homeostasis and evolution] / Pod red. V.M. Гордиевский А.Ю. и др. / Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2019 – №3. – С.51-61. 59 Es'kova, A.A. Khadartseva. Tula: TRO MOO «Akademiya mediko – tekhnicheskikh nauk», 2016. – 370 s.
12. Es'kov V.M., Zinchenko YuP, Filatov MA, Es'kovVV. Effekt Es'kova – Zinchenko oprovergayet predstavleniya I.R. Prigogine, JA. Wheeler i M. GellMann o determinirovannom khaose biosistem – complexity [The effect of Eskova – Zinchenko refutes the ideas I.R. Prigogine, JA. Wheeler and M. GellMann on determined chaos of the biosystems – complexity]. // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii [Journal of New Medical Technologies]. – 2016. Vol.23 (2). S. 34- 43.
13. Es'kov V.M., Galkin V.A., Filatova O.E. Complexity: khaos gomeostaticeskikh sistem [Complexity: chaos of homeostatic systems]. Samara: Izd-vo OOO «Portoprint», 2017. – 388 s.
14. Es'kov V.M., Galkin V.A., Filatova O.E. Konec opredelennosti: haos gomeostaticeskikh sistem: monografiya / Pod red. A.A. Hadarceva, G. S. Rozenberga. Tula: izd-vo OOO «TPPO», 2017. – 596 s.
15. Eskov V.V., Pyatin V.F., Filatova D.Yu. Bashkatova Yu.V. Khaos parametrov gomeostaza serdechno-sosudistoj sistemy cheloveka [Chaos of parameters of homeostasis of the human cardiovascular system]. / Samara: «Porto-print», 2018., 312 s.
16. Es'kov V.M., Galkin V.A., Khvostov D.Yu., Erega I.R. Problema kompartmentno-klasternogo modelirovaniya biosistem [The problem of compartment-cluster modeling of biosystems] // Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2019. – № 2. – S.61-70.
17. Eskov V.M., Filatova O.E., Poluhin V.V., Nuvalceva Ya.N., Vedeneeva T.S. Novoe ponimanie statichnosti v biomexanike i problema standartov gomeostaza [A new understanding of statics in biomechanics and the problem of homeostasis standards] // Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2019. – № 3. – С.22-31.
18. 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.
19. Eskov V.V., Pyatin V.F., Prochorov S.A., Erega I.R., Ignatenko Yu.S. Granitsy sovremennogo ponyatiya gomeostaza i gomeostaticeskikh sistem [The border of modern conception of homeostasis and homeostatic systems] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii [Journal of New Medical Technologies]. -2020. Vol.2. S. 125-132
20. 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.
21. Eskov V.V., Pyatin V.F., Shakirova L.S., Melnikova E.G. Rol haosa v regulyatsii fiziologicheskix funkciy organizma. [The role of chaos in the regulation of physiological functions of the body]. / Samara: «Porto-print», 2020. – 248 s
 22. Es'kov V.M., Galkin V.A., Eskov V.V., Filatov M.A. Fizicheskie i zhivy'e sistemy` razlichayutsya sushhestvenno [Significant difference of physical and living systems] // Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2020. – No 4. – S. 52-59.
 23. Eskov V.M., Galkin V.A., Pyatin V.F., Filatov M.A. Organizatsiya 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.
 24. Es'kov V.M., Pyatin V.F., Bashkatova Yu.V. Medicinskaya i biologicheskaya kibernetika: perspektivy` razvitiya [Medical and biological cybernetics: development prospects] // Uspekhi kibernetiki. 2020. Vol. 1(1). S. 64-72
 25. Eskov V.M., Pyatin V.F., Eskov V.V., Miller A.V., Vedeneev V.V. Sushhestvuyut li otlichiya mezhdunarizvolnymi 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.
 26. Es'kov V.M., Khadarcev A.A., Es'kov V.V. Tret'ya paradigma. Tom III. Vosstanovitel'naya medicina v zerkale teorii xaosa-samoorganizatsii. Chast'. I. [The third paradigm. Volume III. Restorative medicine in the mirror of the theory of chaos-self-organization. Part I.] / Pod red. V.M. Es'kova, A.A. Khadarceva. Tula: izd-vo TulGU, 2016., 312 s.
 27. 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.
 28. 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.
 29. Zinchenko Yu.P., Es'kov V.M., Filatov M.A., Grigor`eva S.V. Psixologiya e`vristiki i modeli e`vristicheskoy deyatel`nosti mozga [Psychology of heuristic and models of heuristic activity of brain] // Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2018. – № 3. – S. 73-84.
 30. Kozlova V.V., Makeeva S.V., Vorobej O.A., Orazbaeva Zh.A., Fauzitdinova E`skov V.B. и др. / Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2021 – №1. – С.13-24. 22 К.А. 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.
 31. Kozupicz G.S., Xadarceva K.A., Shelim L.I. Teoriya xaosa-samoorganizatsii – fundament razvitiya obshej 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.
 32. Miroshnichenko I.V., Grigorenko V.V., Bashkatova Yu.V., Shakirova L.S. Invarianty` parametrov sistem tret'ego tipa [Invariants of parameters of systems of the third type]. // Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2020. – №1. – S.58-66
 33. 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
34. Proxorov S.A., Beloshhenko D.V., Shejder A.D., Gorbunova M.N. Metody teorii хаоса-samoorganizacii v ocenke parametrov sistem tret`ego tipacomplexity [Methods of chaos-selforganization theory in the study of thirdtype-complexity parameters systems] // Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2018. – № 2. – S. 32-41.
 35. Rozenberg G.S., Poluxin V.V., Popov Yu.M., Sazonova N.V., Salimova Yu.V. Predstavleniya W. Weaver i teorii хаосаsamoorganizacii 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.
 36. 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.
 37. Filatov M.A., Grigor`eva S.V., Gorbunov D.V., Beloshhenko D.V., Fadyushina S.I. Neodnorodnost` razovy`x vy`borok parametrov funkcional`ny`x 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.
 38. 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 tekhnologij [Journal of new medical technologies]. – 2020. – Vol. 27. – No 2. – S.116-119.
 39. Filatov M.A., Proxorov S.A., Ivaxno N.V., Golovacheva E.A., Ignatenko A.P. Vozmozhnosti modelirovaniya statisticheskoy neustojchivosti vy`borok v fiziologii [Possibilities of modeling statistical instability of samples in physiology] // Vestnik novyx medicinskix tekhnologij [Journal of new medical technologies]. – 2020. – Vol. 27. – No 2. – S.120-124.
 40. Filatova O.E., Mel`nikova E.G., Gorbunov S.V., Nuval`ceva Ya.N. Osobennosti gomeostaticheskix sistem (tret`ego tipa) [Peculiarities of homeostatic systems (third type)] // Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2019. – № 2. – S.28-39.
 41. Filatova O.E., Es'kov V.V., Grigor'eva S.V., Khakimova V.V., Gumarova O.A. Еськов В.В. и др. / Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2021 – №1. – С.13-24. 23 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. – T. 26, No. 4. – S. 146-151.
 42. 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.
 43. Filatova O.E., Melnikova E.G., Afanevich K.A., Golovacheva E.A., Fadushina S.I. Sravnitel'naya kharakteristika neyrovegetativnogo statusa aborigenov – zhiteley Yugry [Comparative characteristics of the neuro-vegetative status of natives population of Ugra] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii [Journal of new medical technologies]. – 2020. – Vol.1. S.125-129
 44. Khadarcev 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.
45. Khadarcev A.A., Zinchenko Yu.P., Galkin V.A., Shakirova L.S. E`rgodichnost` sistem tret`ego tipa [ERGODICITY OF THIRD TYPE SYSTEMS] // Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2020. – № 1. – S.67-75.
 46. Khadarcev A.A., Pyatin V.F., Es`kov V.V., Vedeneeva T.S., Ignatenko A.P. Realizaciya 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.
 47. Chempalova L.S., Yaxno T.A., Manina E.A., Ignatenko A.P., Orazbaeva Zh.A. Weaver pri izuchenii proizvod'nykh i neproizvod'nykh dvizheniy [W. Weaver hypothesis in voluntary and involuntary movement's studying] // Vestnik novykh meditsinskih tekhnologii [Bulletin of new medical technologies]. – 2021. – Vol. 28. – № 1. – S.75-77.
 48. Yaxno V.G., Gorbunov D.V., Bulatov I.B., Gorbunov S.V. Termodinamika neravnovesny`x sistem I.R. Prigozhina v ocenke parametrov e`lektromiogramm [Thermodynamics of nonequilibrium systems I.R. Prigogine in estimation of electromyogram parameters] // Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2018. – № 1. – S. 71-79.
 49. Bashkatova Yu. V., Filatov M. A., Shakirova L. S. State of athletes' cardiovascular system under physical load in the Russian North. // Ekologiya cheloveka [Human Ecology]. – 2020. – №6 – Pp. 41-45.
 50. Bernstein N.A. The coordination and regulation of movements // Oxford, New York, Pergamon Press. 1967. 196 p.
 51. Eskov V. M., Bashkatova Yu. V., Beloshchenko D. V., Ilyashenko L. K. Cardiointervals parameters of human body in response to hypothermia. // Ekologiya cheloveka [Human Ecology]. – 2018. – № 10. – Pp.39-45.
 52. Eskov, V.M., Zinchenko, Y.P., Filatov, M.A., Ilyashenko, L.K. Glansdorff-Prigogine theorem in the description of tremor chaotic dynamics in cold stress // Ekologiya cheloveka [Human Ecology]. – 2017. – No. 5. – Pp. 27-32.
 53. Eskov, V.M., Filatova, O.E., Eskov, V.V., Gavrilenko, T.V. The Evolution of the idea of homeostasis: Determinism, stochastics, and chaos–self-organization // Biophysics. – 2017. – 62(5). – Pp. 809-820.
 54. Eskov V. V., Popov Yu. M., Filatova D. Yu., Simanovskaya O. E. Chaos of involuntary movements under conditions of local cooling. // Ekologiya cheloveka [Human Ecology]. – 2019. – №12 – Pp. 26-31.
 55. Eskov V.V., Filatova D.Y., Ilyashenko L.K., Vochmina Y.V. Classification of uncertainties in modeling of complex biological systems // Moscow university physics bulletin. – 2019. – Vol. 74(1). – Pp. 57-63.
 56. 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.
 57. 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.
 58. Filatov M.A., Ilyashenko L.K., Makeeva S.V. Psychophysiological parameters of students before and after translatitude travels. // Ekologiya cheloveka [Human Ecology]. – 2019. – № 4. – Pp. 18-24.
 59. Filatov M.A., Ilyashenko L.K., Kolosova A.I., Makeeva S.V. Stochastic and chaotic analysis of students' attention parameters of different ecological zones. // Ekologiya cheloveka [Human Ecology]. – 2019. – №7 – Pp. 11-16.
 60. 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.
61. 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.
 62. 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.
 63. 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
 64. Gell-Mann M. Fundamental Sources of Unpredictability // *Complexity*. – 1997. – Vol. 3, №1. – Pp.13-19.
 65. 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.
 66. Khadartseva K. A., Filatov M. A., Melnikova E. G. The problem of homogenous sampling of cardiovascular system parameters among migrants in the Russian North. // *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. – 2020. – №7 – Pp. 27-31.
 67. Khromushin V.A., Pyatin V.F., Eskov V.V., Ilyashenko L.K., Vokhmina Yu.V. New principles in the operation of neural emulators in medical diagnosis. // *Biomedical Engineering*. – 2019. – Vol. 53, No. 2. – Pp. 117-120.
 68. Kolosova A.I., Filatov M.A., Maistrenko E.V., Ilyashenko L.K. An analysis of the attention indices in students from Surgut and Samara oblast from the standpoint of stochastics and chaos // *Biophysics*. – 2019. – Vol. 64(4). – Pp. 662–666.
 69. Leonov B. I., Grigorenko V. V., Eskov V. M., Khadartsev A. A., Ilyashenko L. K. Automation of the diagnosis of age-related changes in parameters of the cardiovascular system. // *Biomedical Engineering*. – 2018. – Vol. 52, No. 3. – Pp. 210-214.
 70. Penrose R. *The Emperor's New Mind: Concerning Computers, Mind and Laws of Physics* (Oxford: Oxford University Press, 1989).
 71. Prigogine I.R. *The End of Certainty: Time, Chaos, and the New Laws of Nature* (Free Press, 1996).
 72. Prigogine I. *The Die Is Not Cast // Futures*. Bulletin of the World Futures Studies Federation. 2000. Vol. 25, № 4. Pp. 17-19.
 73. Seising, R. Warren Weaver’s “Science and complexity” revisited. // *Soft computing in humanities and social sciences*. – 2012. – Pp. 55–87.
 74. Weaver W. *Science and Complexity // American Scientist*. – 1948. – Vol. 36, №4. – Pp. 536-544.
 75. Zadeh L.A. Fuzzy health, illness, and disease // *The Journal of medicine and philosophy*. – 2000– Vol.25, № 5 – 605-638.
 76. Zilov, V.G., Khadartsev, A.A., Eskov, V.V., Ilyashenko L.K., and Kitanina K. Yu. Examination of statistical instability of electroencephalograms. // *Bulletin of Experimental Biology and Medicine* – 2019 – Vol.168, Issue 7. - Pp. 5-9.