

I. БИОМЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ И СИНЕРГЕТИКА

DOI: 10.12737/2306-174X-2025-2-5-16

COMPLEXITY, UNCERTAINTY И ИСТИННЫЙ ХАОС ЖИВЫХ СИСТЕМ В БИОКИБЕРНЕТИКЕ

В.В. ЕСЬКОВ, А.Ю. КУХАРЕВА, С.Р. ЛИТВИНОВ, В.О. ПЕТРУЧИК

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

Аннотация. С момента открытия динамического хаоса Лоренца не утихают дискуссии в отношении определения хаоса. Однако, еще со времен древних греков под хаосом подразумевается невозможность предсказания будущего. Это главное определение хаоса. W. Weaver в 1948 году подвел человечество к этому понятию (через Complexity), но его никто не понял. В данной работе мы доказываем, что динамический хаос Лоренца не является хаосом (в полном понимании этого слова). Наоборот, в статистике непрерывные случайные величины более хаотичны, чем сам динамический хаос Лоренца. Наконец, особый статистический хаос демонстрируют все живые системы в виде эффекта Еськова-Зинченко. Это реальный хаос, в котором невозможно предсказать будущее по уже полученным данным в прошлом. Это полный индетерминизм.

Ключевые слова: сложность, неопределенность, непредсказуемость, хаос, эффект Еськова-Зинченко.

COMPLEXITY, UNCERTAINTY AND TRUE CHAOS LIVING SYSTEMS IN BIOCYBERNETICS

V.V. ESKOV, A.Yu. KUKHAREVA, S.R. LITVINOV, V.O. PETRUCHIK

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

Abstract. Since the discovery of Lorentz's dynamic chaos, discussions regarding the definition of chaos have not subsided. However, since the time of the ancient Greeks, chaos has meant the impossibility of predicting the future. This is the main definition of chaos. W. Weaver in 1948 brought humanity to this concept (through Complexity), but no one understood it. In this paper, we prove that the dynamic Lorentz chaos is not chaos (in the full sense of the word). Conversely, in statistics, continuous random variables are more chaotic than the dynamic Lorentz chaos itself. Finally, a special statistical chaos is demonstrated by all living systems in the form of the Eskov-Zinchenko effect. This is a real chaos in which it is impossible to predict the future based on data already obtained in the past. This is complete indeterminism.

Key words: complexity, uncertainty, unpredictability, chaos, Eskov-Zinchenko effect.

Введение. Понимание и развитие самого понятия «хаос» начинается еще с древних времен. Уже в древней Греции ученые воспринимали хаос, как невозможность прогнозирования будущего, если известно настоящее состояние исследуемого объекта. Это было примитивное, но вполне адекватное, понимание хаоса. Все эти годы (столетия) была путаница в определении хаоса, особенно это касается статистики, где

будущее тоже не определено для непрерывных случайных величин (НСВ). ДНСВ мы никогда не получим совпадения точек.

Действительно, как мы можем трактовать прогноз будущего? В виде точного прогноза и точного попадания в некоторую точку $x(t_p)$ фазового пространства состояний (ФПС)? Такая трактовка дается в теории динамических систем (ТДС), где работают точные

(точечные) оценки настоящего ($x(t_0)$) и будущего ($x(t_f)$). Здесь работает задача Коми и физике траектории (ФТ) совпадают по точкам, включая и настоящее состояние системы.

Под настоящим мы понимаем некоторую точку $x(t_0)$ в момент времени t_0 в ФПС. Под будущим мы понимаем $x(t_f)$, т.е. тоже точку в ФПС для будущего времени t_f . В ТДС все описывается точно, по точкам фазовой траектории (ФТ), все должно совпадать. Это основа всей современной ТДС. Поэтому появление динамического хаоса в ТДС вызвало такую острую реакцию со стороны математиков.

Другое дело в стохастике. Здесь уже задание $x(t_0)$ не гарантирует точное попадание в конечное состояние $x(t_f)$. Все здесь приближенное и мы прогнозируем выборки. Подчеркнем, что две соседние выборки (получены на интервалах времени Dt_1 и Dt_2) по точкам уже не совпадают. Особенно это касается НСВ, где это тоже совершенно невозможно (на любом отрезке бесконечного числа точек).

Именно на это пытался обратить внимание W. Weaver еще в 1948 г., но пока на его работу никто не обращал внимания. Еще хуже с живыми системами, для которых уже любая выборка точек $x(t_f)$ статистически неповторима (это эффект Еськова-Зинченко (ЭЕЗ)) и это реальный хаос. Здесь уже мы можем прогнозировать и точку $x(t_f)$ и всю выборку (ранее полученную).

1. Два вида хаоса в современной науке. Еще раз отметим, что W. Weaver еще в 1948 году пытался обратить внимание ученых мира на особую Complexity в живой и неживой природе. Если разобрать детально эту его статью [1], то окажется, что Weaver пытался нам представить реальный хаос. Этот хаос он связывал с непредсказуемостью будущего для разных систем, т.е. с Uncertainty и Unpredictability [2-7].

Подчеркнем, что Weaver ничего не знал о динамическом хаосе Лоренца, который был открыт в 60-х и 70-х годах, т.е. через 20-25 лет после его публикации. Удивительно, но никто даже не пытался совместить эти понятия Complexity-

Uncertainty для разных систем природы. Однако, это мы делаем сейчас, анализируя Weaver и Лоренца. Мы подошли к пониманию хаоса в природе.

Напомним, что фундаментальное определение хаоса связано с полной непредсказуемостью будущего, т.е. это полный индетерминизм. Зная $x(t_0)$, т.е. начальное состояние системы в ФПС, мы не можем сказать о ее будущем, т.е. о точке $x(t_f)$ – это хаос.

Однако такое определение страдает неопределенностью. Все эти столетия (19-й, 20-й и 21-й века) человечество не желало дать точное определение хаоса. Для нас сейчас очевидно, что неопределенность будущего можно трактовать в двух смыслах. Во-первых, как неопределенность точки (в ТДС) или как неопределенность выборки (в стохастике). Это разные понятия неопределенности!

С одной стороны, это разные понятия, но с другой – у них есть много общего. Действительно, когда мы говорим о хаосе в ТДС, то это означает, что мы не можем прогнозировать всю фазовую траекторию (ФТ) и особенно конечное состояние системы в виде $x(t_f)$. В хаосе (для ТДС) нет совпадений точек.

Именно такая ситуация возникает в динамическом хаосе Лоренца. Здесь (в ТДС) мы точно знаем начальное состояние $x(t_0)$ всего вектора состояния системы $x=x(t)=(x_1, x_2, \dots, x_m)^T$ в ФПС (фазовом пространстве состояний) размерности m . В ДХ Лоренца эта точка $x(t_0)$ никогда не может быть спрогнозирована, хотя уравнения движения известны. Но аналогичная ситуация у нас возникает и в стохастике, где для непрерывной случайной величины (НСВ) мы не повторим $x(t_f)$. Нет совпадений точек.

Подчеркнем, что точно такой же результат (как и для НСВ в стохастике) мы имеем для ДХ Лоренца. Однако, есть и различие, оно существенное. В ДХ Лоренца мы имеем в странном аттракторе (СА) равномерное распределение, т.е. инвариантность мер, а это уже прогноз будущего. Мы можем в ДХ Лоренца проверить СА, — равномерное распределение.

В СА для ДХ Лоренца мы никогда не повторим точно $x(t_f)$, но мы получим равномерное распределение, т.е. это уже прогноз будущего с помощью статистики. Фактически, ДХ является неким переходным явлением между ТДС (оценка по точкам) и стохастикой, где мы всегда работаем с выборкой. Для выборки мы можем найти статистическую функцию распределения $F(x)$.

В стохастике никогда мы не спрогнозируем следующее $x(t_f)$ и никогда эти точки не повторим. Но мы можем повторить закон распределения выборок $F(x)$, ее характеристики могут быть приблизительно повторимы! Так все считали до 2000 года (до открытия ЭЭЗ для СТТ). Именно с открытия ЭЭЗ для биосистем (СТТ) и начинается принципиальное различие ДХ от статистики, но только для живых систем. Начинается эпоха глобальной Complexity для СТТ, которая основана на реальной Uncertainty и Unpredictability, о которых пытались сказать три нобелевских лауреата: I.R. Prigogine [8], M. Gell-Mann [9] и R. Penrose [10].

2. Что такое глобальные Complexity и Uncertainty для живых систем? Выше мы говорили о том, что между ДХ (в ТДС) и стохастикой есть общие и отличные черты. Общее то, что нет точного прогноза будущего (по точкам) и прошлое не определяет будущее для них. Это действительно общее – в виде детерминизма (его отсутствия). Но есть и различия. Совпадает или не совпадает прогноз с реальным $x(t_f)$ оценивается различно в ТДС и стохастике.

В детерминизме (ТДС) прогноз (получен из дифференциальных уравнений (ДУ) и других уравнений) точно совпадает по точкам $x(t_f)$. В стохастике эти точки (прогноза и реалии) никогда не совпадут (по точкам). В стохастике мы сравниваем выборки, точнее их статистические функции распределения. А это уже всегда приближенные сравнения. Точность ТДС исчезает для стохастики.

В стохастике нет точных оценок и этого нет в динамическом хаосе Лоренца. В ДХ, т.е. в СА (странном аттракторе

Лоренца) мы имеем приближенную инвариантность мер. Это означает, что внутри СА всегда будет условное равномерное распределение.

Мы выполнили сотни расчетов моделей ДХ и всегда для СА Лоренца инвариантность мер была приближенной. Плотность распределения точек была условно одинаковой. Теоретически мы должны иметь инвариантность мер, но практически это выполнялось приближенно. Сразу отметим, что в ЭЭЗ этого никогда не будет. Эти биосистемы отличаются от ТДС и стохастики.

Итак, мы имеем в современной науке 2 вида хаоса: хаос Лоренца (ДХ) в ТДС и хаос в стохастике, когда второй эксперимент точно не дает нас $x(t_f)$ для НСВ. Между двумя видами этого хаоса имеется сходство и различие. Сходство в том, что это Complexity и Uncertainty при попытках дать прогноз будущего. При том и в ДХ и в стохастике мы не можем повторить конечную точку $x(t_f)$. Однако различие тоже существенное: в ДХ Лоренца мы получаем равномерное распределение, а в стохастике статистическая функция $F(x)$ может меняться (в ЭЭЗ она не предсказуема!).

В целом, эти различия более существенны, чем в ТДС и стохастике после доказательства нами ЭЭЗ. В ДХ мы не можем прогнозировать точку ($x(t_f)$), в стохастике (после доказательства ЭЭЗ) мы уже не можем прогнозировать целое распределение (всю $F(x)$). Это существенное различие между хаосом в ДХ и хаосом в стохастике. Однако, ЭЭЗ еще более отличен от известного.

До открытия ЭЭЗ все считали, что если состояние системы повторяется (для живых систем), то статистическая функция тоже должна повторяться. Это было догмой всех наук о жизни и вообще всей науки. Поскольку физики (биофизики) и математики молчали все эти годы, то виновата вся современная наука! Это проблема не только наук о жизни, но и всех наук.

В чем эта вина заключается? Почему ЭЭЗ играет реальную роль в развитии всех наук о жизни и развитии всей современной

науки? Ответы на эти вопросы мы представляем в следующем параграфе. Однако, еще раз подчеркнем, что между ТДС и стохастикой (вместе) имеется существенное отличие от биосистем, динамикой их поведения.

3. Истинный хаос биосистем и его последствия для всех наук. Итак, ЭЕЗ завершает дальнейшее применение ТДС и всей стохастики при изучении живых систем – СТТ (по классификации W. Weaver). Действительно, последние 150-200 лет никто в мире не проверял вероятность совпадения двух соседних выборок любого параметра $x(t)$ функций организма человека! Все верили, что две соседние выборки всегда совпадут.

Это было глобальной догмой не только всех наук о жизни, но и вообще всех наук. В первую очередь это касается биофизики и математической биологии (БФиМБ). Эти науки имеют более 100-а профильных журналов в мире. В этих журналах представлены тысячи моделей биосистем.

В этих профильных журналах печатаются не только медики и биологи. Тысячи физиков и математиков печатают в них свои статьи, и никто из них не ставил для себя вопрос: какова вероятность того, что выборки, измеренные на интервалах времени Dt_1 и Dt_2 , статистически совпадут? Какова частота p^* этого? При этом с биосистемами ничего не происходит (физиологически, физически и т.д.).

Это весьма тривиальный вопрос: если человек в покое, сидя, без изменения его физиологических, психических, физических (и т.д.) функций, то с какой частотой статистически совпадут эти две выборки одного параметра организма? Столетия все были уверены, что эти две соседние выборки статистически совпадут.

Можно усилить этот тезис: а с какой вероятностью совпадут 15 таких выборок $x(t)$, полученных на интервалах времени $Dt_1, Dt_2, \dots, Dt_n$, где $n=15$ (или другое число)? На сколько статистически устойчива любая выборка любого параметра любых функций организма любого человека на Планете? Это все весьма простые вопросы для биологии и тем более для всей физики и математики.

Можно поставить схожий вопрос, но уже по-другому. Был ли прав W. Weaver, которой еще в 1948 году вывел все биосистемы за пределы всех известных нам наук? Был ли Weaver прав, когда требовал для биосистем создать новую (третью, после ТДС и стохастики) науку о живых системах? Почему за эти более 75-ти лет никто (кроме нас) не пытался ответить на эти простые вопросы?

Многие предполагают, что никаких двух наук нет в мире. Нет различий между детерминизмом (ТДС) и всей стохастикой. Сейчас мы говорим, что есть существенные различия. Но еще большие различия в аспекте chaos для СТТ – биосистем и этими двумя науками.

Для СТТ хаос имеет вообще другое понятие. Это следует из логики рассуждений уже Weaver (в 1948 году)! Он строил систему рассуждений, которую мы сейчас понимаем так: как одна точка (она работает в ТДС) $x(t)$ не может представлять будущее в стохастике, однако и одна выборка уже не представляет СТТ! Нужны выборки выборок для проверки реальности СТТ, но это никто не делал.

Это догма рассуждений Weaver, но он это ничем не доказал. Он просто сказал, что СТТ (биосистемы) – это другие системы, их не может изучать современная наука, нужна третья (новая) наука для изучения СТТ. Его игнорировали и продолжают игнорировать.

Действительно, Weaver игнорировали более 70-ти лет и сейчас продолжают игнорировать. И это происходит на фоне открытия ЭЕЗ для СТТ. Почему это происходит в науке? Почему наши данные (обследования более 20000 человек (разных, здоровых и больных, детей, мужчин, женщин, живущих в разных экологических условиях, разных возрастов и т.д.)), игнорируются и сейчас?

А почему никто за 150 лет не проверил вероятность совпадения двух соседних выборок любого организма (человека)? По этой причине и игнорируют Weaver и ЭЕЗ. Это сила догматизма, о чем говорил Гинзбург в своем замечательном тридцатилетнем обзоре (развития физики). Он весьма убедительно поднял проблему

редукции биологии к законам физики (и современной математики).

Отметим, что первый ученый, который поднял эту проблему (специфики СТТ) был нобелевский лауреат Erwen Schrödinger (публикация от 1944-го года, выступление в 1943 году). Через 3 года (1947 г.) Н.А. Бернштейн поднимает проблему отсутствия повторений в организации движений и в 1948 г. Weaver говорит о 3-й науке для СТТ, Гинзбург (1999 г.) все это поддерживал.

Таким образом, 2 нобелевских лауреата и два выдающихся ученых 20-го века (выдающийся биомеханик Н.А. Бернштейн и один из основателей теории информации W. Weaver) активно поддерживали идею об отсутствии редукции биосистем к законам физики и математики. Они об этом прямо говорили, но их выступления все игнорировали десятилетия.

Это было всего 4-е человека из многих миллионов ученых, которые 150 лет подряд не допускали мысли об отсутствии

редукции биосистем к законам физики. Всех этих четверых ученых (с 1944 года) активно игнорировала вся мировая научная общественность.

Их работы рассматривались как чудачества (ученые шутят). Никто не верил в уникальность (статистическую неустойчивость) выборок параметров $x(t)$ СТТ. Все верили, что выборки на $Dt_1, Dt_2, \dots, Dt_n$ будут статистически совпадать. Это было догмой всех наук о жизни. Вообще всех наук! Это была «великая догма» науки, о которой Гинзбург говорил как о третьей «великой проблеме».

Отметим, что ЭЕЗ имеет следствие об отсутствии однородности любой группы испытуемых. Это означает, что если взять группу (например, из 15-ти человек) одинаковых по полу, возрасту и т.д. и у каждого зарегистрировать по одной выборке любого параметра $x(t)$, то эти выборки будут иметь разные генеральные совокупности.

Таблица 1

Матрица парного сравнения выборок ЭМГ группы из 15 мужчин при слабом напряжении мышцы ($F_I=5$ даН). Здесь использовался критерий Ньюмана-Келсо (значимость $p<0,05$, число совпадений $k=8$)

	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	0.00	0.00	0.00	0.00	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	0.41	0.00	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	0.00	0.00	0.02	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.41	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	0.00	0.00	0.00		0.00	1.00	0.00	0.00	0.21	1.00	0.00	0.00
8	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
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00		0.00	0.00	0.02	1.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00		0.24	0.00	0.00	0.00	0.00
11	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.24		0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21	0.00	0.02	0.00	0.00		1.00	0.00	0.00
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00		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	

Все люди из любой (якобы однородной) группы разные, их выборки параметров $x(t)$ статистически не совпадают. Таких испытуемых нельзя объединять в одну (якобы однородную) группу. Весь 19-й, 20-й и 21-й века все науки о жизни работали с неоднородными

группами. Фактически, все эти данные – уникальны, они не имеют прогноза будущего их состояния. Приведем некоторые примеры этому для кардиоинтервалов (КИ) и электромиограмм (ЭМГ). В табл.1 мы имеем матрицу парных сравнений выборок 15-ти человек из якобы

однородной группы испытуемых. Здесь число k пар выборок, для которых критерий Манна-Уитни $p_{ij} \geq 0.05$ весьма невелико. Очевидно, что они имеют свои особые генеральные совокупности (группа не однородна).

В целом, если любая выборка одного человека статистически не повторима, то и группа (якобы однородных) людей не может быть однородной. Все эти годы биология (и т.д.) находились в неведении. Их результаты не имеют смысла. Эти данные описывают одно из многих состояний любых функций организма любого человека. Одновременно любая группа – неоднородна.

Таким образом, уникальность любой выборки любого параметра функций организма человека (это и есть ЭЕЗ) и потеря однородности групп представляют реальный хаос всех живых систем [1]. Биосистемы (СТТ) не могут дать информацию о своем будущем, для них нет прогноза ни в ТДС, ни в стохастике [12-18]. Это третий вид реального хаоса, когда прошлое не определяет будущее, но этот хаос отличен от ДХ и неопределенности в стохастике (где точки не совпадают, но $F_1(x)$ совпадает с $F_2(x)$).

Обсуждение. В современной науке отсутствует строгое понимание хаоса. В ТДС имеется уникальный хаос (Лоренца), когда конечное состояние системы $x(t_f)$ невозможно точно спрогнозировать. Более того, эта точка $x(t_f)$ никогда не повторится. Однако, в ДХ есть прогноз в виде странного аттрактора (Лоренца). Там мы имеем инвариантность мер – а это уже прогноз для будущего.

У W. Weaver появляется другое определение хаоса в виде систем 2-го типа или Disorganized Complexity. Здесь для НСВ мы никогда не попадем в уже полученную точку $x(t_f)$. Но столетия ученые считали, что в стохастике возможно повторение распределения. Для хаоса Weaver (у стохастических систем) нет прогноза точки $x(t_f)$, но есть прогноз распределения, т.е. статистической функции распределения $F(x)$.

Начиная с 19-го века все были уверены, что повторяя начальные условия, не

изменяя физиологические, психические, физические функции человека, его выборка $x(t)$ всегда будет прогнозируемой и повторимой. Это догма всех наук о жизни. Хаос в стохастике проявляется (по Weaver) в невозможности повторить (прогнозировать) конечную $x(t_f)$, т.е. точку, но не $F(x)$.

Более 2-х столетий ученые были в этом уверены. В итоге, хаос в ТДС – это отсутствие точных повторений (прогнозов) $x(t_f)$, но есть прогноз СА для ДХ. В стохастике уже нет точного повторения $x(t_f)$, но есть прогноз распределения этих $x(t_f)$ после повторов опыта. В стохастике можно повторить статистическую функцию $F(x)$.

Однако, после открытия ЭЕЗ в виде уникальности любой выборки любого параметра организма человека и потери однородности любой группы испытуемых, наступает кризис ниуки о жизни. Это означает, что ТДС и стохастика уже не работают для живых систем. Вся наука (современная) уже не может описывать будущее для СТТ – биосистем. Это реальный хаос СТТ! Этот хаос отличен от ДХ и от стохастики.

В этом хаосе СТТ мы не можем повторить (спрогнозировать) не только одну точку $x(t_f)$ – конечное состояние изучаемой системы, но и всю выборку. Любая выборка уже настоящий хаос, который отличен от ТДС – ДХ и от стохастики.

Такая ситуация у W. Weaver обозначена как 3-й тип систем (биосистемы), которые невозможно описывать в рамках современной науки. Для СТТ нет никакого прогноза будущего. Это полный индетерминизм, прошлое не определяет будущее у биосистем. Хаос живых систем – это реальный хаос, который наука игнорировала все 19-й, 20-й и 21-й века.

Выводы. В настоящее время отсутствует строгое понимание хаоса в современной науке. Общее определение имеется: хаос – это индетерминизм, когда знание настоящего (например, $x(t_0)$) не определяет будущее. В ТДС под хаосом (ДХ) понимается ситуация, когда мы не

можем предсказать конечное состояние фазовой траектории, т.е. точку $x(t_f)$. Однако, в ДХ мы можем говорить о равномерном распределении в СА. Здесь нет инвариантность мер – это уже прогноз. Мы можем говорить о функции распределения $F(x)$.

В стохастике (для НСВ) мы никогда не попадем в точку $x(t_f)$, но все были уверены, что статистическая функция $F(x)$ повторится. Это было ошибкой. СТТ демонстрирует реальный хаос, когда прошлое полностью не определяет будущее. Любая выборка уникальна, и мы не можем дать прогноз будущего для СТТ – биосистем ни с позиции ТДС, ни с позиции статистики.

Литература

1. Prigogine I.R. The End of Certainty: Time, Chaos, and the New Laws of Nature (Free Press, 1996).
2. Galkin V.A., Gavrilenko T.V., Gazya G.V., Filatov M.A. Models of uncertainty in the framework of compartment-cluster theory for research of instability biosystems // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 981 (2022) 032004 doi:10.1088/1755-1315/981/3/032004
3. Чемпалова Л.С., Яхно Т.А., Манина Е.А., Игнатенко А.П., Оразбаева Ж.А. Гипотеза W.Weaver при изучении произвольных и непроизвольных движений. // Вестник новых медицинских технологий. – 2021. – Т. 28. – № 1. – С.75-77.
4. 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
5. Галкин В.А., Еськов В.В., Пятин В.Ф., Кирасирова Л.А., Кульчицкий В.А. Существует ли стохастическая устойчивость выборок в нейронауках? // Новости медико-биологических наук. – 2020. – Т. 20, № 3. – С. 126-132.
6. Еськов В.В. Математическое моделирование гомеостаза и эволюции complexity: монография. Тула: Издательство ТулГУ, 2016. – 307 с.
7. Еськов В.В., Пятин В.Ф., Филатова Д.Ю., Башкатова Ю.В. Хаос параметров гомеостаза сердечно-сосудистой системы человека / Самара: Изд-во ООО «Порто-Принт», 2018. – 312 с.
8. Еськов В.В., Башкатова Ю.В., Шакирова Л.С., Веденеева Т.С., Мордвинцева А.Ю. Проблема стандартов в медицине и физиологии // Архив клинической медицины. – 2020. – Т. 29, № 3. – С. 211-216.
9. Eskov V.M., Galkin V.A., Filatova O.E. The connectedness between past and future states of biosystems? // AIP Conference Proceedings 2467, 080027 (2022); <https://doi.org/10.1063/5.0095266>
10. Filatova O.E., Galkin V.A., Eskov V.V., Filatov M.A., Gavrilenko T.V. Warren Weaver's Complexity and Fuzziness of Lotfi A. Zadeh Leading to Uncertainty in Biosystem Study // AIP Conference Proceedings 2467, 060046 (2022); <https://doi.org/10.1063/5.0092442>
11. Еськов В.М., Галкин В.А., Филатова О.Е. Complexity: хаос гомеостатических систем / Под ред. Г.С. Розенберга. Самара: Изд-во ООО «Порто-принт», 2017. – 388 с.
12. Пятин В. Ф., Еськов В.В. Может ли быть статичным гомеостаз? // Успехи кибернетики. – 2021. – Т. 2, №1. – С. 41-49.
13. Filatov M.A., Poluhin V.V., Shakirova L.S. Identifying objective differences between voluntary and involuntary motion in biomechanics. // Human. Sport. Medicine. – 2021. – Vol. 21 (1). – Pp. 145-149.
14. Filatova, O.E., Maistrenko, E.V., Boltaev, A.V., Gazya, G.V. The influence of industrial electromagnetic fields on cardio-respiratory systems dynamics of oil-gas industry complex female workers // Ecology and Industry of Russia. – 2017. – Vol. 21(7). – Pp. 46–51

15. Зимин М.И., Пятин В.Ф., Филатов М.А., Шакирова Л.С. Что общего между «Fuzziness» L. A. Zadeh и «Complexity» W. Weaver в кибернетике. // Успехи кибернетики. – 2022, – 3(3). – С.102-112.
16. Козупица Г.С. Научно-исследовательские институты в Югре: есть ли в них необходимость? // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2022. – № 4. – С.73-78.
17. Хадарцева К. А., Филатова О. Е. Новое понимание стационарных режимов биологических систем. // Успехи кибернетики. – 2022. – 3(3).– С. 92-101.
18. Газя Г.В., Газя Н.Ф., Еськов В.М. Проблема выбора инвариант в биокибернетике с позиции статистики // Успехи кибернетики. – 2022. – 3(4).– С. 102-109.
19. Еськов В.В., Газя Г.В., Коннов П.Е. Фундаментальные проблемы биокибернетики из-за неустойчивости выборок биосистем // Успехи кибернетики. – 2022. – 3(4).– С. 110-122.
20. Филатова О.Е., Филатов М.А., Воронюк Т.В., Музиева М.И. Квантовомеханический подход в электрофизиологии // Успехи кибернетики. – 2023. – 4(2). – С. 68-77.
21. Еськов В.В., Газя Г.В., Кухарева А.Ю. Потеря однородности группы – вторая «великая» проблема биомедицины // Успехи кибернетики. – 2023. – 4(2). – С. 78-84.
22. Еськов В.М., Филатов М.А., Газя Г.В., Стратан Н.Ф. Возможности создания искусственного интеллекта на базе искусственных нейросетей // Успехи кибернетики. – 2021. – 2(3). – Стр. 44-52. DOI: 10.51790/2712-9942-2021-2-3-6
23. Газя Г.В., Газя Н.Ф., Волохова М.А., Самойленко И.С. Динамика поведения параметров сердечно-сосудистой системы работников нефтегазового комплекса в условиях действия электромагнитных полей. // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2023. – № 2. – С. 5-11.
24. Коннов, П. Е., Мельникова Е. Г., Кухарева А. Три парадигмы естествознания / // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2023. – № 2. – С. 28-37.
25. Galkin, V.A., Gavrilenko, T.V., Eskov, V.M., Kukhareva, A.Y. (2023). Three «Great Challenges» of Medical Informatics. In: Silhavy, R., Silhavy, P. (eds) Networks and Systems in Cybernetics. CSOC 2023. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 723. P.328-337. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-35317-8_30
26. Еськов В.М., Филатов М.А., Воронюк Т.В., Самойленко И.С. Модели эвристической работы мозга и искусственный интеллект // Успехи кибернетики. – 2023. – Т. 4, № 4. – С. 32-40.
27. Filatov, M.A., Kuhareva, A., Gazya, N.F., Voronyuk, T.V., Samoillenko, I.S. Possibilities of Applying Entropy in Biomechanics // In: Silhavy, R., Silhavy, P. (eds) Artificial Intelligence Algorithm Design for Systems. Lecture Notes in Networks and Systems. CSOC 2024. – Vol. 1120. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-70518-2_13
28. Бетелин В.Б., Галкин В.А., Еськов В.М. Специфика хаоса СТТ-complexity – новое представление хаоса биосистем // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2024. – № 2. – С.85-95.
29. Еськов В.М., Филатов М.А., Воронюк Т.В., Газя Н.Ф. Фундаментальные свойства систем третьего типа – биосистем // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2024. – № 3. – С.5-14.
30. Газя Г.В., Газя Н.Ф., Еськов В.В., Манина Е.А. Непредсказуемость и неопределенность создают реальную Complexity // Успехи кибернетики. – 2024. – Т. 5, № 2. – С. 97-102.
31. Еськов В.М., Филатов М.А., Воронюк Т.В., Мельникова Е.Г., Кухарева А.Ю. Проблема необратимости в квантовой механике и в живых системах // Успехи кибернетики. – 2024. – Т. 5, № 3. – С. 50-55.

32. Коннов П.Е., Соколова А.А., Воронюк Т.В., Самойленко И.С., Музиева М.И. Кардио-респираторная система жителей Югры при неинфекционных заболеваниях // Вестник новых медицинских технологий. – 2024. – Т. 31, № 1. – С. 95-98.
 33. Еськов В.М., Пятин В.Ф., Башкатова Ю.В. Медицинская и биологическая кибернетика: перспективы развития. // Успехи кибернетики. – 2020. – Т.1, №1. – С. 64-72.
 34. Еськов В.М., Филатов М.А., Гавриленко Т.В., Третьяков С.А. Физико-математическое понятие сложного// Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2024. – № 3. – С.48-56.
 35. Добрынина И.Ю., Козлова В.В., Майстренко Е.В., Самойленко И.С., Кухарева А.Ю. Возможности и вызовы в кардиологии // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2024. – №4. – С.28-38.
- References**
1. Prigogine I.R. The End of Certainty: Time, Chaos, and the New Laws of Nature (Free Press, 1996).
 2. Galkin V.A., Gavrilenko T.V., Gazya G.V., Filatov M.A. Models of uncertainty in the framework of compartment-cluster theory for research of instability biosystems // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 981 (2022) 032004 doi:10.1088/1755-1315/981/3/032004
 3. Chempalova L.S., Yahno T.A., Manina E.A., Ignatenko A.P., Orazbaeva Zh.A. Gipoteza W.Weaver pri izuchenii proizvol'nyh i neproizvol'nyh dvizhenij. // Vestnik novyh medicinskih tekhnologij. – 2021. – Т. 28. – № 1. – С.75-77.
 4. Gazya G.V., Eskov V.V., Gavrilenko T.V., Stratan N.F. Artificial Intelligence Systems Based on Artificial Neural Networks in Ecology // In: Silhavy, R. (eds) Cybernetics Perspectives in Systems. CSOC 2022. Lecture Notes in Networks and Systems. – 2022. – Vol 503. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-09073-8_14
 5. Galkin V.A., Eskov V.V., Pyatin V.F., Kirasirova L.A., Kul'chickij V.A. Sushchestvuet li stohasticheskaya ustojchivost' vyborok v nejronaukah? // Novosti mediko-biologicheskikh nauk. – 2020. – Т. 20, № 3. – С. 126-132.
 6. Eskov V.V. Matematicheskoe modelirovanie gomeostaza i evolyucii complexity: monografiya. Tula: Izdatel'stvo TulGU, 2016. – 307 s.
 7. Eskov V.V., Pyatin V.F., Filatova D.Yu. Bashkatova Yu.V. Haos parametrov gomeostaza serdechno-sosudistoj sistemy cheloveka / Samara: Izd-vo ООО «Porto-Print», 2018. – 312 s.
 8. Eskov V.V., Bashkatova Yu.V., Shakirova L.S., Vedeneeva T.S., Mordvinceva A.Yu. Problema standartov v medicine i fiziologii // Arhiv klinicheskoy mediciny. – 2020. – Т. 29, № 3. – С. 211-216.
 9. Eskov V.M., Galkin V.A., Filatova O.E. The connectedness between past and future states of biosystems? // AIP Conference Proceedings 2467, 080027 (2022); <https://doi.org/10.1063/5.0095266>
 10. Filatova O.E., Galkin V.A., Eskov V.V., Filatov M.A., Gavrilenko T.V. Warren Weaver's Complexity and Fuzziness of Lotfi A. Zadeh Leading to Uncertainty in Biosystem Study // AIP Conference Proceedings 2467, 060046 (2022); <https://doi.org/10.1063/5.0092442>
 11. Eskov V.M., Galkin V.A., Filatova O.E. Complexity: haos gomeostaticeskikh sistem / Pod red. G.S. Rozenberga. Samara: Izd-vo ООО «Porto-print», 2017. – 388 s.
 12. Pyatin V. F., Eskov V.V. Mozhet li byt' statichnym gomeostaz? // Uspekhi kibernetiki. – 2021. – Т. 2, №1. – С. 41-49.
 13. Filatov M.A., Poluhin V.V., Shakirova L.S. Identifying objective differences between voluntary and involuntary motion in biomechanics. // Human. Sport. Medicine. – 2021. – Vol. 21 (1). – Pp. 145-149.
 14. Filatova, O.E., Maistrenko, E.V., Boltaev, A.V., Gazya, G.V. The influence of industrial electromagnetic fields on cardio-respiratory systems dynamics of

- oil-gas industry complex female workers // Ecology and Industry of Russia. – 2017. – Vol. 21(7). – Pp. 46–51
15. Zimin M.I., Pyatin V.F., Filatov M.A., Shakirova L.S. Chto obshchego mezhdu «Fuzziness» L. A. Zadeh I «Complexity» W. Weaver v kibernetike. // Uspekhi kibernetiki. – 2022. – 3(3). – S.102-112.
16. Kozupica G.S. Nauchno-issledovatel'skie instituty v Yugre: est' li v nih neobходimost'? // Slozhnost'. Razum. Postneklassika. – 2022. – № 4. – S.73-78.
17. Hadarceva K. A., Filatova O. E. Novoe ponimanie stacionarnyh rezhimov biologicheskikh sistem. // Uspekhi kibernetiki. – 2022. – 3(3). – S. 92-101.
18. Gazya G.V., Gazya N.F., Eskov V.M. Problema vybora invariant v biokibernetike s pozicii statistiki // Uspekhi kibernetiki. – 2022. – 3(4). – S. 102-109.
19. Eskov V.V., Gazya G.V., Konnov P.E. Fundamental'nye problemy biokibernetiki iz-za neustojchivosti vyborok biosistem // Uspekhi kibernetiki. – 2022. – 3(4). – S. 110-122.
20. Filatova O.E., Filatov M.A., Voronyuk T.V., Muzieva M.I. Kvantovomekhanicheskij podhod v elektrofiziologii // Uspekhi kibernetiki. – 2023. – 4(2). – S. 68-77.
21. Eskov V.V., Gazya G.V., Kuhareva A.Yu. Poterya odnorodnosti gruppy – vtoraya «velikaya» problema biomediciny // Uspekhi kibernetiki. – 2023. – 4(2). – S. 78-84.
22. Eskov V.M., Filatov M.A., Gazya G.V., Stratan N.F. Vozможности sozdaniya iskusstvennogo intellekta na baze iskusstvennyh nejrosetej // Uspekhi kibernetiki. – 2021. – 2(3). – Str. 44-52. DOI: 10.51790/2712-9942-2021-2-3-6
23. Gazya G.V., Gazya N.F., Volohova M.A., Samojlenko I.S. Dinamika povedeniya parametrov serdechno-sosudistoj sistemy rabotnikov neftegazovogo kompleksa v usloviyah dejstviya elektromagnitnyh polej. // Slozhnost'. Razum. Postneklassika. – 2023. – № 2. – S. 5-11.
24. Konnov, P. E., Mel'nikova E. G., Kuhareva A. Tri paradigmy estestvoznaniya / // Slozhnost'. Razum. Postneklassika. – 2023. – № 2. – S. 28-37.
25. Galkin, V.A., Gavrilenko, T.V., Eskov, V.M., Kukhareva, A.Y. (2023). Three «Great Challenges» of Medical Informatics. In: Silhavy, R., Silhavy, P. (eds) Networks and Systems in Cybernetics. CSOC 2023. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 723. R.328-337. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-35317-8_30
26. Eskov V.M., Filatov M.A., Voronyuk T.V., Samojlenko I.S. Modeli evristicheskoy raboty mozga i iskusstvennyj intellekt // Uspekhi kibernetiki. – 2023. – T. 4, № 4. – S. 32-40.
27. Filatov, M.A., Kuhareva, A., Gazya, N.F., Voronyuk, T.V., Samoillenko, I.S. Possibilities of Applying Entropy in Biomechanics // In: Silhavy, R., Silhavy, P. (eds) Artificial Intelligence Algorithm Design for Systems. Lecture Notes in Networks and Systems. CSOC 2024. – Vol. 1120. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-70518-2_13
28. Betelin V.B., Galkin V.A., Eskov V.M. Specifika haosa STT-complexity – novoe predstavlenie haosa biosistem // Slozhnost'. Razum. Postneklassika. – 2024. – № 2. – S.85-95.
29. Eskov V.M., Filatov M.A., Voronyuk T.V., Gazya N.F. Fundamental'nye svojstva sistem tret'ego tipa – biosistem // Slozhnost'. Razum. Postneklassika. – 2024. – № 3. – S.5-14.
30. Gazya G.V., Gazya N.F., Eskov V.V., Manina E.A. Nepredskazuemost' i neopredelennost' sozdayut real'nyu Complexity // Uspekhi kibernetiki. – 2024. – T. 5, № 2. – S. 97-102.
31. Eskov V.M., Filatov M.A., Voronyuk T.V., Mel'nikova E.G., Kuhareva A.Yu. Problema neobratimosti v kvantovoj mekhanike i v zhivyh sistemah // Uspekhi kibernetiki. – 2024. – T. 5, № 3. – S. 50-55.
32. Konnov P.E., Sokolova A.A., Voronyuk T.V., Samojlenko I.S., Muzieva M.I. Kardio-respiratornaya sistema zHITElej

- Yugry pri neinfekcionnyh zabolevaniyah
// Vestnik novyh medicinskih tekhnologij.
– 2024. – T. 31, № 1. – S. 95-98.
33. Eskov V.M., Pyatin V.F., Bashkatova Yu.V. Medicinskaya i biologicheskaya kibernetika: perspektivy razvitiya. // Uspekhi kibernetiki. – 2020. – T.1, №1. – S. 64-72.
34. Eskov V.M., Filatov M.A., Gavrilenko T.V., Tret'yakov S.A. Fiziko-matematicheskoe ponyatie slozhnogo// Slozhnost'. Razum. Postneklassika. – 2024. – № 3. – S.48-56.
35. Dobrynina I.Yu., Kozlova V.V., Majstrenko E.V., Samojlenko I.S., Kuhareva A.Yu. Vozmozhnosti i vyzovy v kardiologii // Slozhnost'. Razum. Postneklassika. – 2024. – №4. – S.28-38.