

НАСТОЯЩАЯ СЛОЖНОСТЬ В ПРЕДСТАВЛЕНИЯХ W.WEAVER О БИОСИСТЕМАХ БАЗИРУЕТСЯ НА ХАОСЕ

А.Б.РУБИН¹, Ю.В.ВОХМИНА², В.М. ЕСЬКОВ³, В.В.ЕСЬКОВ⁴

¹Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Ленинские Горы, 1, 24, г. Москва, Россия, 119234

²ФГБОУ ВО «Самарский государственный социально-педагогический университет», г. Самара, ул. М. Горького, 65/67, Россия, 443099

³НИЦ «Курчатовский институт» Сургутский филиал ФГУ «ФНЦ Научно-исследовательский институт системных исследований Российской академии наук», Сургут, ул. Энергетиков, 4, Сургут, Россия, 628400

⁴БУ ВО ХМАО-Югры «Сургутский государственный университет», ул. Ленина, 1, Сургут, Россия, 628400

Аннотация. В современной науке существует вполне определенное понятие complexity. Оно базируется на нелинейных моделях в рамках теории динамических систем. Это понятие complexity отличается от понятия хаос. Однако, еще в 1948 году W. Weaver впервые в истории человечества поднял эту проблему сложности и попытался объяснить с чем связана настоящая complexity. Логика его рассуждений указывает на то, что это понятие тесно связано с uncertainty и unpredictability при прогнозе будущего. Оно уже появляется для стохастических систем (Disorganized Complexity) и далее Weaver говорит о реальной complexity для живых систем (он их выносит за пределы всей современной науки). В настоящей статье мы даем анализ и приводим факты реальной complexity с позиций Weaver. Оказывается, что Weaver был прав и живые системы невозможно изучать в рамках стохастики и тем более теории динамических систем. Для них нужна новая наука с целью изучения uncertainty и unpredictability (нет прогноза будущего). Современная наука должна давать прогноз будущего, но для биосистем он невозможен в принципе на базе методов стохастики.

Ключевые слова: детерминизм, стохастика, хаос, неопределенность, эффект Еськова-Зинченко.

THE REAL COMPLEXITY OF W.WEAVER'S IDEAS ABOUT BIOSYSTEMS IS BASED ON CHAOS

A.B.RUBIN¹, Yu.V.VOKHMINA², V.M. ESKOV³, V.V.ESKOV⁴

¹ Lomonosov Moscow State University, Leninskie Gory, 1, 24 Moscow, Russia, 119234

² Samara State Socio-Pedagogical University, Samara, M. Gorky str., 65/67, Russia, 443099

³ «Kurchatov Institute» Surgut branch of the Federal State Institution «FNC Scientific Research Institute for System Research of the Russian Academy of Sciences», Surgut, Energetikov str., 4, Surgut, Russia, 628400

⁴ Surgut State University, Lenin St., 1, Surgut, Russia, 628400

Abstract. In modern science, there is a well-defined concept of complexity. It is based on nonlinear models within the framework of dynamical systems theory. This concept of complexity is different from the concept of chaos. However, back in 1948, W. Weaver raised this problem of complexity for the first time in the history of mankind and tried to explain what the real complexity is related to. The logic of his reasoning indicates that this concept is closely related to uncertainty and unpredictability in predicting the future. It is already appearing for stochastic systems (Disorganized Complexity), and then Weaver talks about real complexity for living systems (he takes them beyond the limits of all modern science). In this article, we analyze and present the facts of real complexity from the perspective of Weaver. It turns out that Weaver was right and living systems cannot be studied within the framework of stochastics, much less the theory of dynamical systems. They need new science to study uncertainty and unpredictability (there is no forecast of the future). Modern science should provide a forecast of the future, but for biosystems it is impossible in principle on the basis of stochastic methods.

Keywords: determinism, stochastics, chaos, uncertainty, Eskov-Zinchenko effect.

Введение. Более 77 лет назад из основоположников теории информации) выдающийся американский ученый (один W. Weaver предложил открыть дискуссию о

новом понимании Complexity. Подчеркнем, что в самом названии своей статьи «Science and Complexity» [1] он пытается противопоставить всю науку особой сложности, которую проявляют именно биосистемы. До Weaver никто даже не пытался понять эту проблему (впрочем, как и после Weaver).

Эту особую сложность Weaver связывает именно с живыми системами. Он предлагает вывести все биосистемы в особую (третью после детерминизма и стохастики) науку. Weaver биосистемы определяет как особые системы третьего типа – СТТ. Следует отметить, что Weaver был первым ученым, который обосновал специфику complexity для биосистем. Он предложил конкретную логику дискуссии, которую до настоящего времени никто не понял, а его идеи игнорируются современными учёными, идёт простое замалчивание его идей.

Вполне возможно, его подтолкнула ко всему этому отрицанию (фактически, революции в науке) работа нобелевского лауреата Erwin R. J. A. Schrödinger [2] от 1944 года (как лекция это сообщение было еще в 1943 году). Schrödinger первый заговорил о возможности особых законов для биосистем. Однако он говорил просто о дополнении этих новых законов о биосистемах ко всей современной физики. Он верил, что современная наука может описать биосистемы. Это было фундаментальным заблуждением о редукции биосистем к законам физики.

Он надеялся, что физики легко все это примут [2]. Schrödinger однако ошибался в этих прогнозах. Никаких новых законов в рамках физики для биосистем пока не существует. Более того, сама физика упорно не желает воспринимать и присоединять эти новые законы и модели биосистем – СТТ. Физика (биофизика) игнорирует особые свойства биосистем, которые пытался выделить Weaver и которые мы сейчас доказали за последние 25 лет.

Очевидно, что Weaver пошел значительно дальше. Он вывел все СТТ за пределы всей современной науки и предложил создать новую науку для СТТ.

Отметим, что строгих доказательств этого Weaver так и не представил. Очевидно, это и было основой его игнорирования, так как наука требует факты и эксперименты.

Это сделали мы, спустя более 50-ти лет. Однако именно Weaver подтолкнул нас к доказательству реальности особых законов живых систем. Мы смогли доказать: СТТ – не объект современной науки. Weaver был полностью прав, как и Бернштейн с его гипотезой «повторение без повторений» [3]. Берштейн даже пытался обосновать свою гипотезу об уникальности биосистем.

1. Weaver и его представления о Complexity. В чем различие между идеями Weaver и современной трактовкой complexity? В настоящее время в науке существует много изданий (журналов), которые в названии имеют complexity или complex systems. Все эти издания представляют complexity с позиции теории динамических систем – ТДС. Считается, что нелинейная динамика порождает complexity. Это отчасти допустимо, но сам Weaver понимал под complexity совершенно другое. Его уже и тогда совершенно не поняли, трагично, но и за прошедшие более 70-ти лет ученые его не поняли. Однако в природе действительно имеет реальное complexity для СТТ.

Для понимания представлений Weaver отметим два момента. Во-первых, в самом названии этой статьи [1] Weaver противопоставляет свое понимание complexity всей современной науке (Science and Complexity) [1]. Далее он дает общую классификацию всех систем природы, где выделяет Simplisty (системы 1-го типа – СПТ) и Disorganized complexity (системы 2-го типа – СВТ). Это его трактовка [1]. Подчеркнем, теория динамических систем (ТДС) именно и описывает эти Simplisty – СПТ. Но СТТ – не объект ТДС (по Weaver).

Подчеркнем, для СВТ он употребляет термин complexity. Почему? Почему он связывает СВТ с complexity, чего нет у детерминистских систем – СПТ (Simplisty)? Ответ очевиден, но сам Weaver это не раскрывает, это остается за скобками. Чем СПТ отличаются от СВТ? Чем детерминизм, вся теория динамических

систем (ТДС) отличается от стохастических систем?

Напомним, что для ТДС характерно наличие вектора состояния системы $x=x(t)=(x_1, x_2, \dots, x_m)^T$. Этот $x(t)$ задается в m -мерном ФПС – фазовом пространстве состояний. В ТДС все точно и все следует по точкам: начальное состояние $x(t_0)$, фазовая траектория (ФТ), конечное состояние $x(t_f)$ вектора системы. Имея уравнения движения, все эти точки многократно (и точно) повторимы!

Именно это получил Лоренц при изучении системы из 3-х дифференциальных уравнений. Динамический хаос Лоренца все таки не является истинной сложностью.

Это требует равномерного распределения внутри странного аттрактора Лоренца при динамическом хаосе – ДХ. Очевидно, что для ТДС это было очень странно, где прошлое точно определяет будущее системы. Одновременно, странный аттрактор Лоренца демонстрирует экспоненциальное расхождение двух соседних фазовых траекторий (ФТ). Это требует наличия положительных значений у старших показателей Ляпунова. Для аттракторов Лоренца эти два (главных) критерия строго соблюдаются, то здесь имеем инвариантности мер и расходимость близких ФТ в фазовом пространстве состояний (ФПС). Это очень важные признаки для ДХ.

В ТДС все точки совпадают при повторении, а будущее (например, точка $x(t_f)$) всегда задаётся точно и может многократно повторяться, если известно начальное состояние $x(t_0)$ и уравнения движения. Эти уравнения (в виде дифференциальных уравнений – ДУ, например) весьма точно определяют динамику всей системы. Все точно повторяется и прогнозируется в ФПС для моделей ТДС. Вся ТДС – это точная наука. Только появление динамического хаоса несколько усложнило эту проблему, но об этом мы скажем ниже. Для ДХ все-таки имеется некоторая определенность (стохастическая).

Иная ситуация со стохастикой. Здесь задание $x(t_0)$ и повторение процесса никак не гарантирует точный прогноз будущего и повторение (ранее получившегося) конечного состояния $x(t_f)$. У СВТ появляется complexity, которая связана с uncertainty и unpredictability для любого будущего состояния системы $x(t_f)$. Точки $x(t_f)$ никогда точно не повторяются.

Это справедливо для НСВ – непрерывных случайных величин, когда их конечное состояние находится на некотором отрезке $[a;b]$. Для НСВ попасть 2-ой раз в точку $x(t_f)$ невозможно. Вероятность такого попадания равна нулю. Это и есть complexity в интерпретации W.Weaver, то есть нет прогноза будущего (точного), точку $x(t_f)$ невозможно повторить! Прогноз будущего – в рамках выборки (распределений $x(t_f)$).

Для стохастических систем Weaver первый раз вводит понятие complexity. Очевидно, что это связано с uncertainty и unpredictability при попытках дать прогноз будущего у СВТ. Это логично вытекает из всего построения статьи [1] W.Weaver. Однако на это никто (за 70 лет) не обратил внимание. Если нет прогноза будущего, то это уже хаос – uncertainty.

Далее W.Weaver вводит второй свой тезис. Он выделяет все биосистемы СТТ в отдельный класс систем и говорит, что для СТТ надо создавать особую науку. Какую? Он тогда не предложил то, что сделали мы сейчас и за 70 лет после Weaver никто не смог предложить. Речь идёт о многократных повторениях, но не точек, а выборки $x(t_f)$.

Логика W.Weaver безукоризненна, так как истинная complexity только у СТТ. Она возникает тогда, когда будущее мы не можем полностью предсказать! Как это измерить? Ответ на этот вопрос уже 50 лет назад для нас был очевиден. Необходимо доказать, что такие особые СТТ не должны иметь возможность статистически повторяться! Что характерно для СВТ? То, что точку $x(t_f)$ мы никогда не повторим, но мы повторяем опыты и получаем выборки точек $x(t_f)$. Все 150–200 лет (во всех науках о жизни) считалось, что выборки

статистически можно повторить (это была первая «велика догма» науки).

Эти выборки на интервалах времени $\Delta t_1, \Delta t_2, \dots, \Delta t_n$ должны повторяться. Их статистические функции $F_1(x), F_2(x), \dots, F_n(x)$ должны совпадать и прогнозироваться, если с такой системой ничего не происходит. Если СВТ неизменна, то и выборка и её $F(x)$ прогнозируема, и она может повториться. Это азы статистики. Однако для СТТ это уже должно быть невозможно! Но почему? Почему Weaver вывел СТТ за пределы современной науки?

2. Что особого у СТТ и почему они истинные complexity? Напомним логику рассуждений W.Weaver. Simplicity (СВТ) всегда точно повторяемы и всегда точно прогнозируются! Здесь любая точка имеет смысл и значение. Этого уже нет в стохастике, где СВТ точно (по точкам для НСВ) никогда не повторяются. Поэтому мы работаем с облаками точек в ФПС (с выборками). Эти выборки сравниваются друг с другом на отрезках времени Δt_i с помощью статистических функций $F(x)$.

Для СВТ мы не можем дать точный прогноз (по точкам), мы говорим о повторении выборок, о прогнозе некоторых функций распределения $F(x)$. Для стохастики будет прогноз, но повторяются uncertainty и unpredictability для отдельных точек (для будущего). Для СТТ все должно быть еще хуже (так мы решили 25 лет назад): как одна точка для СВТ не может дать прогноз будущего, так и целая выборка $x(t_f)$ не может дать прогноз для СТТ. Это следует из логики рассуждений Weaver, но это никем (кроме нас) не было доказано.

Такова была логика рассуждений у нас и эту логику пытался изложить Weaver [1]. В стохастике мы работаем не с точками, а с выборками точек, значит для СТТ мы должны работать не с одной выборкой, а с выборками выборок. Надо регистрировать $x(t_1)$ на Δt_1 . Это было для нас очевидно, но это резко противоположно всей догме всех наук о жизни.

Более 150-ти лет считалось, что любая выборка репрезентативна, она дает прогноз будущего. В это верили не только биологи

и медики, но и физики, математики. Это было догмой всей современной науки и это никто (и никогда) не проверял экспериментально. Наука требует повторений!

Для нас и сейчас остаётся загадкой почему (за более 150 лет изучения живых систем – СТТ) никто из ученых не задал себе элементарный вопрос: с какой вероятностью $p_{1,2}$ совпадут две соседние выборки на интервалах времени Δt_1 и Δt_2 ? Это тривиальный вопрос, но никто на него не ответил. Все считали, что выборки должны совпадать, если организм не изменяется.

Жизнь проявляет особые свойства в виде эффекта Еськова-Зинченко (ЭЕЗ), то есть отсутствие статистической повторяемости любых выборок любых параметров функций любого человека на нашей планете. Complexity – это отсутствие прогноза будущего для всех биосистем [4 – 11]. Иными словами, стохастика не описывает СТТ, и тем более вся современная ТДС. Об этом говорил Weaver еще в 1948 году, но его все игнорировали.

Ряд нобелевских лауреатов (чувствуя глобальную uncertainty и unpredictability для живых систем) предлагали использовать динамический хаос (ДХ) Лоренца. Они тоже ошибались, так как ДХ отсутствует во всех параметрах биосистем человека, но например I.R. Prigogine прямо об этом говорит [12]. Рассмотрим это подробнее с позиций научных законов и полученных нами экспериментальных фактов [13–19].

3. Возможности ДХ в параметрах КИ и нейровегетативной системы человека. Проблема возникновения динамического хаоса в организме человека давно обсуждается (и особенно) в кардиологии и во всей физиологии сердечно-сосудистой системы (ССС). Многие авторы подчеркивали, что с возрастом сердце работает более ритмично (упорядоченно). Наоборот, многие патологии СССР ведут к десинхронизму и хаосу в работе сердца. Однако все это гипотезы, строгих обследований на эту тему нет. Это было фундаментальной догмой всей биологии и медицины.

В основном это были медики и биологи, а математики в таких исследованиях вслед за биологами не делали точных проверок параметров ССС на реальность ДХ. Однако в самой математике существуют достаточно точные критерии ДХ, которые основаны на расчетах старших показателей Ляпунова (СПЛ), анализе автокорреляционных функций и т.д. Одним из главных критериев ДХ является наличие странного аттрактора Лоренца (САЛ). В таком САЛ должна наблюдаться инвариантность мер (ИМ), сходимость автокорреляционных функций (АКФ) к нулю и некоторые другие признаки реальности ДХ.

Отметим, что именно в странных аттракторах Лоренца – САЛ (в его моделях) все это тогда наблюдалось. А старшие показатели Ляпунова (СПЛ) – λ_i действительно были положительны. В этом случае любые близлежащие фазовые траектории (ФТ) должны расходиться (расстояние Δ между ними должно быть как $\exp[\lambda t]$, где λ – СПЛ, а t – время наблюдения динамики системы в хаосе).

Очевидно, что наличие $\lambda > 0$ и инвариантность мер (равномерное распределение точек ФТ внутри САЛ) – это главные признаки ДХ. Часто при этом и автокорреляционные функции – АКФ стремятся к 0 при $t \rightarrow \infty$. Это строгие количественные критерии ДХ для любой динамической системы. Открытие ЭЗ нами за последние 20–25 лет сразу нас подвело к сомнениям. И главное, внутри любого псевдоаттрактора (ПА) – аналога

САЛ (но для биосистем) не может быть инвариантности мер. Что такое ЭЗ? Это доказательство уникальности любой выборки любого параметра $x(t)$ биосистемы.

Этот ЭЗ доказывает, что внутри псевдоаттрактора невозможно равномерное распределение, каждая выборка параметра $x(t)$ будет уникальной. Выборки статистически не совпадают и значит нет равномерного распределения, нет инвариантности мер. Нарушается первый критерий ДХ. Далее мы рассчитываем СПЛ, то есть λ , которые для ДХ должны иметь положительный знак.

Если взять две соседние выборки КИ при регистрации у одного испытуемого, то мы получим разные по знаку λ для 1-ой и 2-ой выборок. Для 15-ти выборок КИ мы получим чередование знаков у таких λ . Более того, если взять i -ую выборку КИ и разбить её на две части, то каждая часть будет иметь свой знак у λ . Иными словами, СПЛ для одного испытуемого непрерывно и хаотично изменяет свои знаки (от выборки к выборке).

Нет статистической устойчивости выборок КИ (и их частей) и нет устойчивости знаков СПЛ – λ у разных выборок и их частей. Для примера см. таблицу 1. В этой таблице мы показываем поведение СПЛ для разных выборок КИ у одного испытуемого (сидя, в покое при нормогенезе и у пациента с тахикардией). Физиологически и психологически с испытуемым ничего не происходит.

Таблица 1

| № регистрации КИ | Состояния | | | | | |
|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|-------------------|
| | Нормогенез | | | Тахикардия | | |
| | λ_i | λ_i | λ_i | λ_i | Δ_x | ε , % |
| 1 | 0,0 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 1 | 1 |
| 2 | 0,2 | –0,1 | –0,1 | –0,1 | 0,2 | 0,2 |
| 3 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,1 | 0,3 |
| 4 | 0,8 | –0,1 | –0,1 | –0,1 | 0,3 | 0,3 |
| 5 | 0,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,7 | 4,3 |
| 6 | –0,3 | –0,2 | –0,2 | –0,2 | 0,6 | 1,1 |
| 7 | 0,4 | –0,3 | –0,3 | –0,3 | 0,8 | 0,3 |

Подчеркнем, что такая закономерность имеет место не только для КИ, но и для параметров нейровегетативной системы (НВС). Например, для симпатической СНВС или для показателя парасимпатической НВС – ПНВС. В аналогичных таблицах мы показываем СПЛ для выборки параметров СНВН (15 выборок). Аналогичные результаты получили и для ПНВС (также 15 выборок) одного испытуемого. Нет устойчивого ДХ в работе сердца.

Более того, сходные данные мы получили и для разных других параметров, например в биомеханике. Так, спектральная плотность сигнала – СПС для выборок КИ не показывает ДХ. В качестве примера мы рассчитывали ряд параметров СПС (15 выборок). Здесь также меняется знак СПЛ при переходе от одной выборки к другой. Хаотически меняется знак λ для этих $x(t)$. Любой из 16 параметров работы сердца не показывает устойчивый ДХ.

Обсуждение. В истории человечества первый ученый, кто указал на возможность создания для биосистем других законов (не имеющих место в физике), был Э. Шредингер (1944 г.). В известной книге «What is life?» Шредингер говорил о других законах для биосистем, о других моделях для СТТ. При этом он верил, что эти новые законы вся физика примет без проблем. Он сильно ошибался (не приняли).

В 1947 году выдающийся биомеханик Н.А. Бернштейн предложил гипотезу о «повторении без повторений» в организации движений. Через год Weaver заговорил о необходимости создания новой науки для систем третьего типа – биосистем СТТ. Все это требовало иного подхода для СТТ. Это все требовало создания новой науки для описания биосистем, как и требовал Weaver еще в 1948 году [1].

Нобелевские лауреаты надеялись на ДХ для СТТ. Об этом говорил I.R. Prigogine, M. Gell-Mann, но их надежды не оправдались. Биосистемы не могут генерировать ДХ в динамике поведения своих параметров [12]. В СТТ не генерируется ДХ и вся ТДС не может описывать биосистемы или СТТ по Weaver.

Сейчас для нас совершенно очевидно, что для биосистем (СТТ) нет динамического хаоса Лоренца. У СТТ имеется отсутствие

стохастической устойчивости выборок. Это означает, что у биосистем нет инвариантности мер и устойчивых положительных СПЛ.

Такой вывод мы получили на всех параметрах работы сердца (некоторые данные сейчас мы представили), на параметрах движений человека, на электромиограммах и т.д. Подчеркнем, что и ЭЗ (уникальность любой выборки) для СТТ показывает и отсутствие однородных экспериментальных групп. Это вторая догма всей науки о биосистемах.

Выводы. С середины 20 века игнорируются работы Schrödinger, W.Weaver, Берштейна об особых законах в поведении живых биосистем. Во всей науке господствует догма о статистической устойчивости выборок и о возможности ТДС в описании биосистем.

В 1948 году W.Weaver выступил против этого. Все эти годы эти трое учёных игнорировались. Включая и нобелевского лауреата В.Л. Гинзбурга, который выступал против редукции биосистем к законам физики. Ряд нобелевских лауреатов очень надеялись на возможности динамического хаоса (ДХ) в описании биосистем (СТТ). Однако и эти надежды не оправдались.

Биосистемы не генерируют ДХ. Более того, СТТ не могут быть объектом современной науки. Это обусловлено двумя фундаментальными фактами, о которых пытался сказать В.Л. Гинзбург еще в 1999 году (мы не знаем чего-то на фундаментальном уровне). Мы доказали, что любая выборка уникальна, в природе нет однородных групп испытуемых.

В данном сообщении мы говорим об отсутствии динамического хаоса Лоренца в поведении параметров сердечно-сосудистой (ССС) человека. На примере КИ и параметров нейровегетативной системы человека мы показали, что старшие показатели Ляпунова (СПЛ) хаотически меняют знаки (для одного испытуемого, в покое). При этом очевидно, что для КИ и параметров НСВ нет инвариантности мер. Каждая выборка имеет свою генеральную совокупность. Это означает, что получить равномерное распределение выборки псевдоаттрактора невозможно.

Литература

- Weaver W. Science and Complexity // American Scientist. – 1948. – Vol. 36. – Pp. 536–544.
- Schrödinger E. What Is Life? Cambridge University Press, Cambridge. – 1944.
- Бернштейн Н.А. О построении движений – М.: Медгиз, 1947. – 254 с.
- 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. 2021. Vol. 1047. P. 012099 DOI: 10.1088/1757-899X/1047/1/012099.
- Grigorenko V.V., Nazina N.B., Filatov M.A., Chempalova L.S., Tretyakov S.A. New information technologies in the estimation of the third type systems // Journal of Physics: Conference Series. 2021. Vol. 1889. P. 032003 DOI:10.1088/1742-6596/1889/3/032003.
- Kozlova V.V., Galkin V.A., Filatov M.A. Diagnostics of brain neural network states from the perspective of chaos // Journal of Physics Conference Series. 2021. Vol. 1889(5). P. 052016 DOI:10.1088/1742-6596/1889/5/052016.
- Коннов П.Е., Филатов М.А., Поросинин О.И., Юшкевич Д.П. Использование искусственных нейросетей в оценке актинического дерматита // Вестник новых медицинских технологий. – 2022. – Т. 29. – № 2. – С.109-112. DOI: 10.24412/1609-2163-2022-2-109-112.
- Козупица Г.С., Пятин В.Ф., Кухарева А., Байтуев И.А. Три великие проблемы Гинзбурга и три реальные проблемы биомедицины. //Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2022. – №3. – С.5-14. DOI: 10.12737/2306-174X-2022-3-5-14.
- Галкин В.А., Филатов М.А., Музиева М.И., Самойленко И.С. Базовые аксиомы биокибернетики и их инварианты // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2022 – №2. – С.65-79. DOI: 10.12737/2306-174X-2022-67-79.
- Заславский Б.Г., Филатов М.А., Еськов В.В., Манина Е.А. Проблема нестационарности в физике и биофизике. // Успехи кибернетики. – 2020.– Т. 1, №2. – С. 61–67.
- Хадарцев А.А., Филатова О.Е., Мандрыка И.А., Еськов В.В. Энтропийный подход в физике живых систем и теории хаоса-самоорганизации. // Успехи кибернетики. – 2020.– Т. 1, №3. – С. 41-49.
- Еськов В.М., Пятин В.Ф., Башкатова Ю.В. Медицинская и биологическая кибернетика: перспективы развития. // Успехи кибернетики. – 2020. – Т.1, №1. – С. 64-72.
- Зимин М.И., Пятин В.Ф., Филатов М.А., Шакирова Л.С. Что общего между «Fuzziness» L. A. Zadeh И «Complexity» W. Weaver в кибернетике. // Успехи кибернетики. – 2022, – 3(3). – Стр.102-112. DOI: 10.51790/2712-9942-2022-3-3-11.
- Хадарцева К. А., Филатова О. Е. Новое понимание стационарных режимов биологических систем. // Успехи кибернетики. – 2022. – 3(3).– Стр. 92-101. DOI: 10.51790/2712-9942-2022-3-3-10.
- Еськов В.В., Газя Г.В., Коннов П.Е. Фундаментальные проблемы биокибернетики из-за неустойчивости выборки биосистем // Успехи кибернетики. – 2022. – 3(4).– Стр. 110-122. DOI: 10.51790/2712-9942-2022-3-4-13.
- Кухарева А.Ю., Еськов В.В., Газя Н.Ф. Гипотеза Эверетта и квантовая теория сознания // Успехи кибернетики. – 2023. – 4(1). – Стр. 65-71. DOI: 10.51790/2712-9942-2023-4-1-09.
- Филатова О.Е., Филатов М.А., Воронюк Т.В., Музиева М.И. Квантовомеханический подход в электрофизиологии // Успехи кибернетики. – 2023. – 4(2). – Стр. 68-77. DOI: 10.51790/2712-9942-2023-4-2-10.
- Газя Г. В., Кухарева А. Ю., Мельникова Е. Г., Газя Н. Ф. Проблема эргодичности — фундаментальная проблема всех наук о живых системах. // Успехи кибернетики. – 2023. – Т. 4, №3. – С. 55–64. DOI: 10.51790/2712-9942-2023-4-3-06.
- Кухарева А. Ю., Мельникова Е. Г., Байтуев И. А., Филатов М. А. Существует ли связь между «many-worlds interpretation» и «many-minds interpretation» в биокибернетике? // Успехи кибернетики. – 2023.– Т. 4, №3. – С. 101–108. DOI: 10.51790/2712-9942-2023-4-3-11.

20. 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. – DOI 10.12737/2306-174X-2023-2-5-15.
21. Воронюк Т. В., Музиева М. И., Гриценко И. А., Галимзянова А. Д. Стохастический анализ параметров кардиоинтервалов женщин, проживающих в разных климатических условиях / // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2023. – № 2. – С. 12-27. – DOI 10.12737/2306-174X-2023-2-16-24.
22. Коннов, П. Е., Мельникова Е. Г., Кухарева А. Три парадигмы естествознания / // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2023. – № 2. – С. 28-37. – DOI 10.12737/2306-174X-2023-2-25-29.
23. Галкин В. А., Кухарева А., Мельникова Е. Г., Филатов М. А. Реально «великие» проблемы физики живых систем / // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2023. – № 2. – С. 80-88. – DOI 10.12737/2306-174X-2023-2-68-77.
24. Кухарева А. Ю., Еськов В. В., Еськов В. М., Воронюк Т.В., Самойленко И.С. Энтропийный подход в биомеханике // Вестник новых медицинских технологий. – 2023. – Т. 30, № 4. – С. 122-126. – DOI 10.24412/1609-2163-2023-4-122-126.
25. 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. – DOI 10.51790/2712-9942-2023-4-4-03.
26. Горбунов Д.В., Гавриленко А.В., Кухарева А.Ю., Манина Е.А. Возможности энтропийного подхода в оценке биомеханических параметров человека// Успехи кибернетики. – 2024. – Т. 5, № 1. – С. 34-39. – DOI 10.51790/2712-9942-2024-5-1-04.
27. 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. – DOI 10.51790/2712-9942-2024-5-2-11.
28. 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. – DOI 10.51790/2712-9942-2024-5-3-06.
29. Коннов П.Е., Соколова А.А., Воронюк Т.В., Самойленко И.С., Музиева М.И. Кардиореспираторная система жителей Югры при неинфекционных заболеваниях // Вестник новых медицинских технологий. – 2024. – Т. 31, № 1. – С. 95-98. – DOI 10.24412/1609-2163-2024-1-95-98.

References

1. Weaver W. Science and Complexity // American Scientist. – 1948. – Vol. 36. – Pp. 536-544.
2. Schrödinger E. What Is Life? Cambridge University Press, Cambridge. – 1944.
3. Bernshtejn N.A. O postroenii dvizhenij – М.: Medgiz, 1947. – 254s.
4. 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. 2021. Vol. 1047. P. 012099 DOI: 10.1088/1757-899X/1047/1/012099.
5. Grigorenko V.V., Nazina N.B., Filatov M.A., Chempalova L.S., Tretyakov S.A. New information technologies in the estimation of the third type systems // Journal of Physics: Conference Series. 2021. Vol. 1889. P. 032003 DOI:10.1088/1742-6596/1889/3/032003.
6. Kozlova V.V., Galkin V.A., Filatov M.A. Diagnostics of brain neural network states from the perspective of chaos // Journal of Physics Conference Series. 2021. Vol. 1889(5). P. 052016 DOI:10.1088/1742-6596/1889/5/052016.
7. Konnov P.E., Filatov M.A., Porosinin O.I., YUshkevich D.P. Ispol'zovanie iskusstvennyh nejrosetej v ocenke aktinicheskogo dermatita // Vestnik novyh medicinskih tekhnologij. [Journal of new medical technologies]. – 2022. – Т. 29. – № 2. – S.109-112. DOI: 10.24412/1609-2163-2022-2-109-112.
8. Kozupica G.S., Pyatin V.F., Kuhareva A., Bajtuev I.A. Tri velikie problemy Ginzburga i tri real'nye problemy biomeditsiny//

- Slozhnost'. Razum. Postneklassika. – 2022. – №3. – S.5-14. DOI: 10.12737/2306-174X-2022-3-5-14.
9. Galkin V.A., Filatov M.A., Muzieva M.I., Samojlenko I.S. Bazovye aksiomy biokibernetiki i ih invarianty // Slozhnost'. Razum. Postneklassika. – 2022–№2. – S.65-79. DOI: 10.12737/2306-174X-2022-67-79.
10. Zaslavskij B.G., Filatov M.A., Eskov V.V., Manina E.A. Problema nestacionarnosti v fizike i biofizike. // Uspekhi kibernetiki [Russian Journal of Cybernetics] [Russian Journal of Cybernetics]. – 2020. – T. 1, №2. – S. 61–67.
11. Hadarcev A.A., Filatova O.E., Eskov V.V., Mandryka I.A. Entropijnyj podhod v fizike zhivyh sistem i teorii haosa-samoorganizacii. // Uspekhi kibernetiki [Russian Journal of Cybernetics] [Russian Journal of Cybernetics]. – Uspekhi kibernetiki [Russian Journal of Cybernetics]. – 2020. – T. 1, №3. – S. 41-49.
12. Eskov V.M., Pyatin V.F., Bashkatova Yu.V. Medicinskaya i biologicheskaya kibernetika: perspektivy razvitiya. // Uspekhi kibernetiki [Russian Journal of Cybernetics] [Russian Journal of Cybernetics]. – 2020. – T.1, №1. – S. 64–72.
13. Zimin M.I., Pyatin V.F., Filatov M.A., Shakirova L.S. Chto obshchego mezhdue «Fuzziness» L. A. Zadeh i «Complexity» W. Weaver v kibernetike. // Uspekhi kibernetiki [Russian Journal of Cybernetics] [Russian Journal of Cybernetics]. – 2022, – 3(3). – Str.102-112. DOI: 10.51790/2712-9942-2022-3-3-11.
14. Hadarceva K. A., Filatova O. E. Novoe ponimanie stacionarnyh rezhimov biologicheskikh sistem. // Uspekhi kibernetiki [Russian Journal of Cybernetics] [Russian Journal of Cybernetics]. – 2022. – 3(3). – Str. 92-101. DOI: 10.51790/2712-9942-2022-3-3-10.
15. Es'kov V.V., Gazya G.V., Konnov P.E. Fundamental'nye problemy biokibernetiki iz-za neustojchivosti vyborok biosistem // Uspekhi kibernetiki. – 2022. – 3(4).– Str. 110-122. DOI: 10.51790/2712-9942-2022-3-4-13.
16. Kuhareva A.YU., Es'kov V.V., Gazya N.F. Gipoteza Everetta i kvantovaya teoriya soznaniya // Uspekhi kibernetiki. – 2023. – 4(1). – Str. 65–71. DOI: 10.51790/2712-9942-2023-4-1-09.
17. Filatova O.E., Filatov M.A., Voronyuk T.V., Muzieva M.I. Kvantovomekhanicheskij podhod v elektrofiziologii // Uspekhi kibernetiki. – 2023. – 4(2). – Str. 68-77. DOI: 10.51790/2712-9942-2023-4-2-10.
18. Gazya G. V., Kuhareva A. YU., Mel'nikova E. G., Gazya N. F. Problema ergodichnosti — fundamental'naya problema vseh nauk o zhivyh sistemah. // Uspekhi kibernetiki. – 2023. – T. 4, №3. – S. 55–64. DOI: 10.51790/2712-9942-2023-4-3-06.
19. Kuhareva A. YU., Mel'nikova E. G., Bajtuev I. A., Filatov M. A. Sushchestvuet li svyaz' mezhdue «many-worlds interpretation» i «many-minds interpretation» v biokibernetike? // Uspekhi kibernetiki. – 2023.– T. 4, №3. – S. 101–108. DOI: 10.51790/2712-9942-2023-4-3-11.
20. 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. – DOI 10.12737/2306-174X-2023-2-5-15.
21. Voronyuk T. V., Muzieva M. I., Gricenko I. A., Galimzyanova A. D. Stokhasticheskij analiz parametrov kardiointervalov zhenshchin, prozhivayushchih v raznykh klimaticheskikh usloviyah / // Slozhnost'. Razum. Postneklassika. – 2023. – № 2. – S. 12-27. – DOI 10.12737/2306-174X-2023-2-16-24.
22. Konnov, P. E., Mel'nikova E. G., Kuhareva A. Tri paradigmy estestvoznaniya / // Slozhnost'. Razum. Postneklassika. – 2023. – № 2. – S. 28–37. – DOI 10.12737/2306-174X-2023-2-25-29.
23. Galkin V. A., Kuhareva A., Mel'nikova E. G., Filatov M. A. Real'no «velikie» problemy fiziki zhivyh sistem / // Slozhnost'. Razum. Postneklassika. – 2023. – № 2. – S. 80–88. – DOI 10.12737/2306-174X-2023-2-68-77.
24. Kuhareva A. YU., Es'kov V. V., Es'kov V. M., Voronyuk T.V, Samojlenko I.S. Entropijnyj podhod v biomekhanike // Vestnik novyh medicinskih tekhnologij. – 2023. – T. 30, № 4. – S. 122-126. – DOI 10.24412/1609-2163-2023-4-122-126.

25. Es'kov 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. – DOI 10.51790/2712-9942-2023-4-4-03.
26. Gorbunov D.V., Gavrilenko A.V., Kuhareva A.YU., Manina E.A. Vozmozhnosti entropijnogo podhoda v ocenke biomekhanicheskikh parametrov cheloveka// Uspekhi kibernetiki. – 2024. – T. 5, № 1. – S. 34–39. – DOI 10.51790/2712-9942-2024-5-1-04.
27. Gazya G.V., Gazya N.F., Es'kov V.V., Manina E.A. Nepredskazuemost' i neopredelennost' sozdayut real'nuyu Complexity // Uspekhi kibernetiki. – 2024. – T. 5, № 2. – S. 97-102. – DOI 10.51790/2712-9942-2024-5-2-11
28. Es'kov V.M., Filatov M.A., Voronyuk T.V., Mel'nikova E.G., Kuhareva A.YU. Problema neobratimosti v kvantovoj mekhanike i v zhivyyh sistemah // Uspekhi kibernetiki. – 2024. – T. 5, № 3. – S. 50-55. – DOI 10.51790/2712-9942-2024-5-3-06
29. Konnov P.E., Sokolova A.A., Voronyuk T.V., Samojlenko I.S., Muzieva M.I. Kardiorespiratornaya sistema zhitelej YUgry pri neinfekcionnyh zabolevaniyah // Vestnik novyyh medicinskih tekhnologij. – 2024. – T. 31, № 1. – S. 95-98. – DOI 10.24412/1609-2163-2024-1-95-98.