

DOI: 10.51790/2712-9942-2024-5-2-11

НЕПРЕДСКАЗУЕМОСТЬ И НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ СОЗДАЮТ РЕАЛЬНУЮ COMPLEXITY**Г. В. Газя^{1,2,a}, Н. Ф. Газя^{2,b}, В. В. Еськов^{2,c}, Е. А. Манина^{2,d}**¹ *Индустриальный институт (филиал) Югорского государственного университета, г. Нефтеюганск, Российская Федерация*² *Сургутский государственный университет, г. Сургут, Российская Федерация*^a *✉ safety.ot86@gmail.com*, ^b *nata_stratan@mail.ru*, ^c *firing.squad@mail.ru*, ^d *maninaea@mail.ru*

Аннотация: в физике и во всех науках утвердилось мнение, что *Complexity* связано с описанием моделей в рамках нелинейных систем. Однако еще в 1948 году W. Weaver, а позже M. Gell-Mann связывали *Complexity* с *Unpredictability*. Эта позиция усилилась после получения нобелевской премии по физике за фундаментальную *Uncertainty* для будущего у квантовых объектов в ходе квантового эксперимента (будущее как бы «творится»). За последние 20 лет был доказан эффект Еськова–Зинченко для всех биосистем, в котором любая выборка любого параметра биосистем является уникальной и будущее для биосистемы реально заново «творится». В этом эффекте доказана полная *Uncertainty* и *Unpredictability* для всех биосистем. В итоге биосистемы каждый раз заново «творят» свои выборки, и это не динамический хаос Лоренца. Это новая неопределенность для всей науки, которая связана с *Unpredictability*.

Ключевые слова: неопределенность, биосистемы, эффект Еськова–Зинченко.

Для цитирования: Газя Г. В., Газя Н. Ф., Еськов В. В., Манина Е. А. Непредсказуемость и неопределенность создают реальную Complexity. *Успехи кибернетики*. 2024;5(2):97–102. DOI: 10.51790/2712-9942-2024-5-2-11.

Поступила в редакцию: 09.05.2024.

В окончательном варианте: 02.06.2024.

UNPREDICTABILITY AND UNCERTAINTY CREATE REAL COMPLEXITY**G. V. Gazya^{1,2,a}, N. F. Gazya^{2,b}, V. V. Eskov^{2,c}, E. A. Manina^{2,d}**¹ *Industrial Institute, Ugra State University, Nefteyugansk, Russian Federation*² *Surgut State University, Surgut, Russian Federation*^a *✉ safety.ot86@gmail.com*, ^b *nata_stratan@mail.ru*, ^c *firing.squad@mail.ru*, ^d *maninaea@mail.ru*

Abstract: in physics and other sciences, it has long been believed that complexity is linked to the description of models within non-linear systems. However, as early as 1948, W. Weaver and later M. Gell-Mann associated complexity with unpredictability. This perspective gained traction following the Nobel Prize in Physics awarded for the fundamental uncertainty in predicting the future of quantum objects during experiments (where the future seems to be “happening”). Over the past 20 years, the Eskov-Zinchenko effect has been demonstrated across all biosystems. According to this effect, any sample of any biosystem parameter is unique, and the future of the biosystem is genuinely “happening” again. This finding has shown that complete uncertainty and unpredictability are inherent in all biosystems. Consequently, biosystems constantly “re-create” their samples, which differs from Lorentz’s dynamic chaos. This introduces a new form of uncertainty in all sciences, intrinsically linked to unpredictability.

Keywords: uncertainty, biosystems, Eskov-Zinchenko effect.

Cite this article: Gazya G. V., Gazya N. F., Eskov V. V., Manina E. A. Unpredictability and Uncertainty Create Real Complexity. *Russian Journal of Cybernetics*. 2024;5(2):97–102. DOI: 10.51790/2712-9942-2024-5-2-11.

Original article submitted: 09.05.2024.

Revision submitted: 02.06.2024.

Введение

В физике и математике сложилось твердое мнение, что *Complexity* связана с нелинейным поведением исследуемой системы. При этом такие процессы вполне адекватно описываются в рамках теории динамических систем (ТДС). Считается, что модели ТДС качественно описывают процессы с биосистемами, но это является основной проблемой наук о жизни [1–5].

Если же точность моделей ТДС недостаточна для описания систем, то используют стохастические модели. В простейшем случае это расчет статистических функций распределения $f(x)$, их статистических характеристик, спектральных плотностей сигнала (СПС), автокорреляций (АК) и автокорреляционных функций (АКФ) и других моделей систем.

Однако 20 лет назад был доказан эффект Еськова–Зинченко (ЭЭЗ). В этом ЭЭЗ была показана уникальность любой выборки любого параметра $x_i(t)$ функций организма человека. Фактически речь идет об отсутствии статистической устойчивости выборок $x_i(t)$. Одновременно было доказано отсутствие однородности любой группы испытуемых [6–11].

Отметим, что в 2022 году тремя физиками была получена нобелевская премия в связи с открытием *Unpredictability* для квантового объекта (КО) в квантовом эксперименте. Фактически биосистемы в некотором смысле подобны КО, т. к. будущее для биосистем в рамках ТДС и стохастики невозможно прогнозировать (оно как бы «творится» в эксперименте) [11–14]. Подчеркнем, что ЭЭЗ пока не получил общего признания, хотя это полная аналогия с физикой.

Отсутствие прогноза будущего для КО и биосистем ставит особые проблемы перед всей наукой. Напомним, что Weaver вообще предлагал создать новую, третью (после ТДС и стохастики) науку для описания именно биосистем [15].

Современная трактовка *Complexity*

В современной науке сложилось твердое убеждение в том, что *Complexity* присуще только нелинейным системам. Такие нелинейные системы неплохо описываются нелинейными моделями в рамках ТДС. Более того, существуют журналы с таким названием (например, *Complexity*), где принимаются к публикации статьи при изучении различных исследуемых систем в рамках ТДС.

Если следовать этой логике, то одна из первых моделей популяций с насыщением (модель Ферхюльста–Пирла) тоже относится к *Complexity*. Это модель вида: $dx/dt = (a - bx)x(i)$. Иными словами, это пример нелинейной модели в рамках ТДС.

Здесь $x = x(t)$ описывает численность популяции с лимитированием (с обратной связью). Эта нелинейная модель имеет решение и четко прогнозирует численность популяции $x(t)$ для любого момента времени t . Здесь все определено и прогнозируемо, динамику такого процесса можно точно повторить.

Очевидно, что считать такую модель *Complexity* в рамках ТДС бессмысленно, т. к. в рамках детерминизма задание начального значения вектора $x(t_0)$ и динамических уравнений полностью описывает будущее состояние системы. В ТДС все точно определено. Говорить о *Complexity* в ТДС вряд ли уместно, но это публично продолжается почти 100 лет.

Именно об этом пытался сказать в 1948 году W. Weaver, когда говорил о системах 1-го типа, или СПТ. Для СПТ нет никакой неопределенности. Любая фазовая траектория (ФТ) в m -мерном фазовом пространстве состояний (ФПС) может быть многократно (и точно) повторена [2–11]. Будущее для СПТ точно прогнозируется, здесь нет *Complexity*!

Остается открытым вопрос, существуют ли реальные биосистемы, которые могут описываться такими моделями. Сейчас очевидно, что таких биосистем нет. Любая биосистема не может точно повторить ФТ в ФПС для любой модели в ТДС. Именно об этом пытался сказать I. R. Prigogine.

Действительно, в своей замечательной работе (труд его и его коллег за последние 20 лет его жизни, по его утверждению) «The End of Certainty...» Prigogine пытался сказать, что в живой природе нет процесса (точного) под модель Ферхюльста–Пирла, под модель Лотки–Вольтерра (хищник – жертва), под модель A. V. Hill и т. д.

Долгие годы считалось, что биосистемы – не объект ТДС, но в рамках стохастики мы можем что-то описывать; считалось, что с учетом разброса значений $x(t)$ можно найти какую-то ФТ для любых моделей биосистем в ТДС. Это было ошибкой [11–14].

За последние 20 лет мы доказали, что это не так. Стохастика не может описывать биосистемы, но об этом мы скажем ниже. Даже модель Ходжкина–Хаксли (на молекулярном уровне) – это только гипотетическая модель. Она описывает некий идеальный процесс, но не реальную биосистему.

Трактовка *Complexity* со стороны Weaver

Именно об этом пытался сказать I. R. Prigogine, но его проигнорировали. Однако задолго до этого W. Weaver уже пытался ввести *Complexity* для стохастических систем, или систем 2-го типа

(СВТ). Он ввел специальный термин «Disorganized Complexity» для СВТ, утверждая, что это еще не главная «Complexity».

Почему Weaver ввел термин *Complexity* для СВТ? За эти 70 лет никто даже не пытался это проанализировать. Но логика у Weaver была четкой. Если мы имеем непрерывную случайную величину (НСВ), то после 1-го проведения стохастического процесса мы никогда уже не попадем (точно) в конечную точку $x(t_f)$ при повторном проведении опыта.

Мы можем бесконечное число раз повторять процесс, но точка $x(t_f)$ никогда не будет достигнута в ФПС. В этом и есть *Complexity* у Weaver для СВТ. Нельзя дважды повторить процесс для стохастических систем (а все биосистемы — это НСВ). Любой параметр функций организма человека (ФСО) является НСВ, и его невозможно точно повторить. Его нельзя и точно прогнозировать.

Поэтому в стохастике повторяют процесс многократно и работают с выборками, т. е. с облаками точек $x(t_f)$ в ФПС. Все оценки для СВТ приближенные, нет точных повторений, и появляется некая *Complexity*, по Weaver. Это еще не *Complexity* для биосистем, но это уже некая *Uncertainty* и *Unpredictability*, чего нет в науках о биосистемах.

Подчеркнем, что Weaver вводил *Complexity* для биосистем сознательно [15]. Еще в самом названии он противопоставил всю современную науку (Science) некоторой «Complexity». Следовательно, *Complexity* должна иметь особые свойства, и это отрицает наличие нелинейных моделей в рамках ТДС (как это считает журнал *Complexity* и многие другие издания). *Complexity* невозможно точно прогнозировать, их вообще невозможно прогнозировать [1–9].

Complexity для Weaver тесно связана с двумя понятиями: *Uncertainty* и *Unpredictability*. Но это не *Uncertainty* у I. R. Prigogine! Нобелевский лауреат связывал *Uncertainty* с невозможностью описывать биосистемы в рамках ТДС (и только!).

У Weaver *Uncertainty* приобретало другой смысл. Он говорил об отсутствии прогноза для описания будущего у систем с *Complexity*. Именно об этом пытался сказать и второй нобелевский лауреат M. Gell-Mann, когда вводил *Unpredictability* уже для квантовых систем и квантового эксперимента. Gell-Mann вводил свою случайность и непредсказуемость в рамках реальных свойств КО, но он не относил это к биосистемам.

Именно за эти реальные свойства (*Unpredictability*) три физика в 2022 году получили нобелевскую премию. Напомним, что еще Гейзенберг вводил неопределенность (своим принципом), что выводило КО за пределы ТДС. Неопределенность для КО — это основа квантовой механики, это особая *Uncertainty*.

Сейчас мы можем уверенно говорить об отсутствии определенности и предсказуемости у КО. Поэтому физика сейчас будет очень сильно озадачена построением моделей в рамках ТДС и стохастики для описания квантовых экспериментов. Но еще более сложная ситуация возникла с биосистемами [1–11] после открытия ЭЗ [10–14].

Реальная *Complexity* для биосистем

Напомним, что W. Weaver вводил реальную (особую) *Complexity* для систем 3-го типа (СТТ), т. е. биосистем, но при этом у него отсутствовали научные факты для доказательства этой гипотезы. Эта гипотеза была доказана 20 лет назад сначала в биомеханике, а затем и для всех биосистем (организма человека) [1–11].

В рамках доказательства ЭЗ были получены научные факты отсутствия статистической устойчивости любых выборок любых параметров функций организма человека. Это означает, что статистика не работает при описании биосистем. Любая модель в рамках ТДС или стохастики для СТТ имеет исторический характер. Прогноз будущего для СТТ невозможен [1–11]. Это аналогично *Unpredictability* для всех КО.

Возникает ситуация, подобная с *Unpredictability* для КО (нет прогноза), но здесь все гораздо сложнее. Для СТТ уже вся статистика не работает, любая выборка уникальна. Более того, любая группа испытуемых будет неоднородной, т. к. выборка каждого человека из группы будет уникальной [9–14]. Это основа ЭЗ.

Потеря статистической устойчивости выборок СТТ (это мы обозначили как неопределенность 2-го типа — НВТ) и потеря однородности групп создает реальные *Uncertainty* и *Unpredictability*. Именно это и является реальной *Complexity* для всей современной науки. Эта *Complexity* более тяжелая, чем для КО, т. к. КО можно описывать стохастикой.

Очень жаль, что современная наука (научное сообщество) не обращает внимания на полученные научные факты и продолжает описывать биосистемы в рамках ТДС и стохастики. Сейчас очевидно, что дальше так продолжаться не может. *Complexity* биосистем требует особого внимания и создания новой науки.

Именно об этом говорил W. Weaver в 1948 году, и он прогнозировал, что человечество к этому подойдет через 50 лет (см. [15]), и это так и произошло. В самом начале XXI века был открыт ЭЭЗ, и началась эпоха детального изучения биосистем. Были открыты неопределенности 1-го и 2-го типов, псевдоаттракторы и т. д.

Сейчас совершенно очевидно, что ТДС и стохастика не могут описывать живые системы (СТТ). Сейчас мы создаем новую науку — теорию хаоса-самоорганизации (ТХС). В ТХС другие понятия и другие модели.

Основу ТХС создает ЭЭЗ, в котором будущее особой биосистемы не может быть прогнозируемым. Любая выборка кардиоинтервалов (КИ), треморограмм (ТМГ), электромиограмм (ЭМГ), электроэнцефалограмм (ЭЭГ) и т. д. является уникальной, ее нельзя прогнозировать [1–14]. Это означает завершение ТДС и всей стохастики в изучении биосистем.

Для нас уже очевидно, что ЭЭЗ полностью завершает дальнейшее применение ТДС и стохастики для описания живых систем. Биосистемы обладают реальными свойствами *Uncertainty*, *Unpredictability* и *Complexity*. Эти три свойства у СТТ более сильные, чем у КО. Для КО мы можем еще дать некий статистический прогноз, но для СТТ этого уже нет. СТТ — не объект современной науки.

Для примера мы представляем типичную матрицу парных сравнений выборок КИ у одного испытуемого (регистрация подряд, 15 раз по 5 минут каждая). В таблице 1 мы видим единственную k пар выборок КИ, для которых критерий Вилкоксона $p_{ij} \geq 0,05$. В этом случае эта пара может иметь общую генеральную совокупность.

Таблица 1

Матрица парного сравнения выборок кардиоинтервалов (КИ) одного и того же человека (без нагрузки, число повторов регистрации КИ $n = 15$), использовался критерий Вилкоксона (критерий различий $p < 0,05$, число совпадений $k = 1$)

	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	0,07	0,00
4	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
5	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
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	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	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00
14	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00		0,00
15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

Напомним, что при $p_{ij} \geq 0,05$ такие две выборки могут статистически совпадать. В таблице 1 число k крайне мало (обычно $k \leq 15$). Это означает, что организм не может произвольно повторить выборки КИ. Работа сердца хаотична, но это не хаос Лоренца (не динамический хаос, который имеет странные аттракторы).

В рамках ЭЭЗ нами было доказано отсутствие однородности любой группы испытуемых. Это означает, что если взять 15 испытуемых (одинакового пола, возраста и т. д.) и объединить их в якобы однородную (биологически) группу, то их выборки параметров функций организма не будут совпадать. Таких людей нельзя объединять в группу (это неоднородная группа).

Очевидно, что последние 100–150 лет биология и медицина работали с неоднородными группами. Для примера мы представляем типичную матрицу парных сравнений выборок 15-ти разных людей (биологически они одинаковы). В таблице 2 число $k < 20$.

Таблица 2

Матрица парного сравнения 15-ти выборок кардиоинтервалов (КИ) группы женщин, использовался критерий Манна–Уитни (критерий различий $U < 0,05$, число совпадений $k_1 = 15$) [16]

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	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	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	1,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
6	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,86	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	1,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,28	0,00	0,00		0,00	1,00	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		0,19	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,19		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,86	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
13	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		1,00	0,00
14	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00		0,00
15	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

Напомним, что число k показывает число пар выборок КИ, которые могут иметь одну (общую) генеральную совокупность. Таких людей нельзя объединять в якобы однородную группу. У них у всех разные генеральные совокупности [9–14]. Очевидно, что в биомедицине все группы неоднородны из-за ЭЭЗ.

Обсуждение

В современной науке сложилось неправильное представление о *Complexity*. Считается, что это понятие связано с нелинейной динамикой поведения исследуемой системы. Тогда такую *Complexity* можно описывать в рамках ТДС и стохастики. Нелинейные системы вполне прогнозируемы, и они не *Complexity*.

Однако еще в 1948 году W. Weaver доказал связь *Complexity* с отсутствием возможности прогноза будущего состояния системы. Позже Prigogine вывел все биосистемы за пределы ТДС, а Gell-Mann говорил об *Unpredictability* для КО. Однако все эти ученые не знали реальной *Complexity* для СТТ.

Сейчас совершенно очевидно, что нобелевская премия по физике за 2022 год была присуждена именно за *Unpredictability* квантовых систем. КО невозможно предсказать, его будущее как бы творится заново в квантовом эксперименте. В этом КО сходны с СТТ.

За последние 20 лет мы доказали аналогичные свойства у всех биосистем. СТТ невозможно прогнозировать из-за ЭЭЗ. Для СТТ нет будущего при знаниях о настоящем. Более того, любая группа неоднородна, и все это завершает дальнейшее применение ТДС и стохастики в описании СТТ. Пора уже громко и четко говорить: вся ТДС и стохастика не могут описывать СТТ — живые системы!

Выводы

Вся современная наука связывает *Complexity* с нелинейным поведением исследуемых систем. Поэтому *Complexity* описывают в рамках ТДС и стохастики. Однако это является ошибочным убеждением, и об этом говорил W. Weaver еще в 1948 году. В ТДС мы имеем прогноз будущего, для СТТ это невозможно.

Реальная *Complexity* связана с отсутствием возможности прогноза будущего у изучаемых систем. Именно такими свойствами обладают КО в квантовом эксперименте. Об этом говорил нобелевский лауреат M. Gell-Mann, и за это трое физиков получили нобелевскую премию в 2022 году.

Об этом пытался сказать и W. Weaver в описании биосистем. Но отсутствовали доказательства *Complexity* для биосистем. Эти доказательства появились через 50 лет после публикации Weaver [15].

За последние 20 лет мы доказали ЭЭЗ. В этом эффекте для СТТ нет прогноза будущего (будущее для биосистем как бы творится) и нет однородных групп. Это и есть реальная *Complexity* для СТТ, но пока современная наука не желает этого признавать. Сложилась странная ситуация: имеются научные факты, но они тривиально игнорируются.

ЛИТЕРАТУРА

1. Еськов В. М., Галкин В. А., Филатова О. Е. *Конец определенности: хаос гомеостатических систем*. Тула: Изд-во Тульское производственное полиграфическое объединение; 2017. 596 с.
2. Еськов В. М., Галкин В. А., Филатова О. Е. *Complexity: хаос гомеостатических систем*. Самара: Изд-во ООО «Порто-принт»; 2017. 388 с.
3. Еськов В. М., Галкин В. А., Пятин В. Ф., Филатов М. А. *Организация движений: стохастика или хаос?* Самара: Изд-во ООО «Порто-принт»; 2020. 144 с.
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;1047:012099. 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;1889:032003. DOI: 10.1088/1742-6596/1889/3/032003.
6. Filatov M. A., Poluhin V. V., Shakirova L. S. Identifying Objective Differences Between Voluntary and Involuntary Motion in Biomechanics. *Human. Sport. Medicine*. 2021;21(1):145–149.
7. Eskov V. M., Filatov M. A., Grigorenko V. V., Pavlyk A. V. New Information Technologies in the Analysis of Electroencephalograms. *Journal of Physics Conference Series*. 2020;1679:032081. DOI: 10.1088/1742-6596/1679/3/032081.
8. Eskov V. M. Methods for Identifying Two Types of Uncertainty in BioCybernetics. *AIP Conference Proceedings*. 2021;2402:050042. DOI: 10.1063/50.0072488.
9. Filatov M. A., Eskov V. M., Shamov K. A. The Problem of Ergodicity of Biosystems. *Scientific Research of the SCO Countries: Synergy and Integration, Proceedings of the International Conference*. Beijing; 2022. P. 77–84. DOI: 10.34660/INF.2022.48.77.121.
10. Шакирова Л. С., Еськов В. М., Кухарева А. Ю., Музиева М. И., Филатов М. А. Границы стохастики в медицинской кибернетике. *Вестник новых медицинских технологий*. 2022;29(4):125–128. DOI: 10.24412/1609-2163-2022-4-125-128.
11. Коннов П. Е., Филатов М. А., Поросинин О. И., Юшкевич Д. П. Использование искусственных нейросетей в оценке актинического дерматита. *Вестник новых медицинских технологий*. 2022;29(2):109–112. DOI: 10.24412/1609-2163-2022-2-109-112.
12. Коннов П. Е., Газя Г. В., Еськов В. В. Клинические показатели больных хроническим актиническим дерматитом. *Сложность. Разум. Постнеклассика*. 2022;3:15–26. DOI: 10.12737/2306-174X-2022-15-25.
13. Еськов В. М., Гавриленко Т. В., Музиева М. И., Самойленко И. А. Теория динамического хаоса не может описывать биосистемы. *Сложность. Разум. Постнеклассика*. 2022;3:87–95. DOI: 10.12737/2306-174X-2022-60-71.
14. 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;4(3):101–108. DOI: 10.51790/2712-9942-2023-4-3-11.
15. Weaver W. Science and Complexity. *American Scientist*. 1948;36:536–544.
16. Буданов В. Г., Асеева И. А., Зотов В. В. Моделирование социотехнической конвергенции в цифровых сетевых пространствах: возможности и риски. *Сложность. Разум. Постнеклассика*. 2022;1:60–72. DOI: 10.12737/2306-174X-2022-62-70.