

II. ФИЛОСОФИЯ И ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ В ОБЩЕЙ ПОСТНЕКЛАССИЧЕСКОЙ ПАРАДИГМЕ

DOI: 10.12737/2306-174X-2022-35-44

ПОНЯТИЕ СЛОЖНОСТИ У W. WEAVER И I.R. PRIGOGINE

В.В. ЕСЬКОВ¹, В.А. ГАЛКИН², Т.В. ГАВРИЛЕНКО¹, О.Е. ФИЛАТОВА², Т.С. ВЕДЕНЕЕВА¹БУ ВО ХМАО-Югры «Сургутский государственный университет», ул. Ленина, 1, Сургут, Россия, 628400²ФГУ «ФНЦ Научно-исследовательский институт системных исследований Российской академии наук». Обособленное подразделение «ФНЦ НИИСИ РАН» в г. Сургуте, ул. Базовая, 34, г. Сургут, Россия, 628400

Аннотация. Активное изучение *Complexity* началось в конце 20-го века в работах I.R. Prigogine и H. Haken. Однако, еще в 1948 году W. Weaver обращал внимание ученых мира на эту проблему. Сейчас существует более 30-ти определений *Complexity* и ни одно из них не имеет четкого содержания и математической трактовки. Выпускаются журналы с этим названием, которое не имеет такого четкого определения. В статье представлены два базовых подхода в понимании *Complexity*, которые были представлены W. Weaver и I.R. Prigogine. Они различаются и весьма существенно. Одновременно дается и третья трактовка *Complexity* с позиции статистической неустойчивости любых выборок биосистем (в виде эффекта Еськова-Зинченко). В этом случае *Complexity* выходит за рамки детерминизма и стохастики.

Ключевые слова: сложность, биосистемы, неопределенность.

UNDERSTANDING OF COMPLEXITY ACCORDING TO W. WEAVER AND I.R. PRIGOGINE

V.V. ESKOV¹, V.A. GALKIN², T.V. GAVRILENKO¹, O.E. FILATOVA², T.S. VEDENEEVA¹¹Surgut State University, Lenina pr., 1, Surgut, Russia, 628400²Federal research center for scientific research institute of system research of the Russian Academy of Sciences, Special division in Surgut, Bazovaya Str. 34, Surgut, Russia, 628400

Abstract. At the end of 20-th century I.R. Prigogine and H. Haken began new research of Complexity. But in 1948 year W. Weaver presented new understanding of Complexity. Now we more than 30 definitions of Complexity but there is not any strong and concrete definition of Complexity. We present two definitions according some last approach according to W. Weaver and I.R. Prigogine. The definitions are very differing. So we present the third definition of Complexity to biosystems with some absent of stochastic stability (as the Eskov-Zinchenko effect). In this case Complexity get out from deterministic and stochastic theory.

Key words: complexity, biosystems, uncertainty.

Введение. Исторически понятие сложности впервые (и весьма конкретно) было представлено W. Weaver в 1948 году [40]. Это понятие *Complexity* W. Weaver связывал с возникновением *Uncertainty* для стохастических систем и биосистем. Это понятие *Complexity* имеет строгую математическую трактовку с позиции эффекта Еськова-Зинченко в виде отсутствия любых выборок биосистем [1-9].

Значительно позже в 80-х годах 20-го века I.R. Prigogine возвращается к проблеме

Complexity, но в рамках строго детерминистской и стохастической науки (ДСН) [38]. Здесь уже сложность понимается не как глобальная сложность для всей ДСН, а как проблемы термодинамики и теории динамических систем. Рассматривая *Complexity* для неравновесных и диссипативных систем, I.R. Prigogine резко сужает проблему сложности. Фактически, он уходит от реальной *Complexity*, о которой пытался сказать W. Weaver еще в 1948 году [40].

Фактически, *I.R. Prigogine* под *Complexity* понимает переход от хорошо изученных динамических систем к диссипативным и необратимым системам. В последнем случае необратимость и случайность имеют главное значение. При этом основной упор *I.R. Prigogine* делает на нелинейные системы, демонстрирующие неустойчивость движения и бифуркации. Вершиной таких систем является динамический хаос Лоренца, который (однако) тоже описывается в рамках теории динамических систем (ТДС) из-за появления явления смешивания (равномерное распределение выборок внутри аттрактора Лоренца) [38, 39].

Совершенно иной подход в трактовке *Complexity* дает *W. Weaver*. Для него понятие сложности связано с понятием *Uncertainty* и это уже глобальная неопределенность биосистем. Она выходит за рамки ДСН и ее невозможно описывать методами детерминизма или в рамках стохастических моделей. Реальная *Complexity* имеется у всех живых систем, которые не могут быть объектом ДСН [40].

1. Традиционная трактовка *Complexity* по *I.R. Prigogine*.

Создатель термодинамики неравновесных систем, нобелевский лауреат *I.R. Prigogine* многократно пытался уйти от методов теории динамических систем и всей детерминистской теории, считая, что биосистемы не могут описываться в рамках детерминистских моделей. Для доказательства этого тезиса он в конце своего творческого пути выпустил книгу «*The End of Certainty: Time, Chaos, and the New Laws of Nature*» [38]. В ней он доказывал, что мир живых систем стохастичен по своей природе, а в ряде случаев можно использовать и динамический хаос [38, 39].

Первой попыткой представить *Complexity* была монография *E. Nicolis, I.R. Prigogine* (1989 год) [38] «*Exploring Complexity*». Однако, несмотря на весьма перспективное оглавление, фактически, проблема сложности этими авторами не была представлена во всем ее многообразии. Сложность для *I.R. Prigogine* была представлена физикой неравновесных

состояний (поведение вещества при сильном отклонении от равновесия) и некоторыми моделями динамического хаоса, когда константы Ляпунова были положительными [38, 39].

При этом *I.R. Prigogine* смешивает и физические, и биологические, и социальные системы в одну общую науку (системы с нелинейным поведением). *I.R. Prigogine* прямо указывает, что к сложным системам относятся многие системы и речь может идти о «... молекулах, биологических или социальных системах» [38, 39]. Более того, он многократно говорит о флуктуациях («крупномасштабных флуктуациях»), которые требуют расчетов статистических средних $\langle x \rangle$ для получаемых выборок различных переменных $x_i(t)$ исследуемых систем [38].

К проблеме флуктуаций мы еще вернемся, но сейчас очень важно подчеркнуть, что вся эта монография [38] представляет *complexity*, как нелинейные динамические системы. При этом точно не представлено в чем же эта сложность может проявляться именно для живых систем. Имеются весьма многообещающие главы, в которых делается попытка представить: «Словарь сложности», «случайное и сложное», дается попытка «единой формулировки понятия сложности» и т.д. и пр. [38, 39].

В итоге, были рассмотрены конкретные примеры консервативных, диссипативных и других систем, которые в итоге описываются различными видами уравнений (дифференциальных, разностных и т.д.) [1-11]. Очевидно, что все это не выходит за рамки ДСН и тогда совершенно непонятно в чем не заключается Сложность? В недостатках существующих моделей, в необходимости расширения ДСН или еще в чем-то (другом)?

Таким образом, все усилия *I.R. Prigogine* по изучению *Complexity* были сведены к решению проблемы нелинейных динамических систем. Вся сложность ограничивалась уже известными моделями и системами, которые изучает физика в настоящее время. Физика неравновесных

состояний и ТДС составили *Complexity* для *I.R. Prigogine*. Флуктуация является основным процессом в изучении *Complexity* [38, 39].

Характерные высказывания *I.R. Prigogine*: «...мы живем в мире, где симметрия между прошедшим и будущим нарушена, в мире, где необратимые процессы ведут к равновесию в нашем будущем» [38, 39]. Очевидно, что мы действительно живем в асимметричном мире, но достигнуть равновесия для биосистем мы не сможем никогда. Этот мир неравновесный и постоянно меняющийся» [38].

В этом (реальном) мире мы имеем дело с неустойчивыми, постоянно меняющимися биосистемами, для которых прогноз в рамках ДСН невозможен. Мир систем третьего типа – СТТ (живых систем по классификации *W. Weaver*) не может быть объектом изучения ДСН. Здесь нужна другая (третья) наука, о которой говорил *W. Weaver* еще в 1948 году [40]. Физика живых систем отлична от физики неживой природы. Роль нелинейности и флуктуации «нельзя преувеличивать», т.к. биосистемы не могут показывать эти флуктуации (у них отсутствует статистическая устойчивость выборок [31-37]).

2. Представления *W. Weaver* существенно отличаются от теории нелинейной динамики.

Как мы уже отмечали выше, работа *W. Weaver* была представлена за 40 лет до появления монографии *I.R. Prigogine* [38, 39]. Это была пионерная работа и по своим масштабам и по гипотезам, которые мы сейчас называем революционными. Впервые *W. Weaver* вплотную подошел к познанию *Complexity* не в рамках современной науки (ДСН) [40].

Действительно, уже в самом названии статьи «*Science and Complexity*» имеется некоторое противопоставление всей современной науки и реальной сложности, которую *W. Weaver* выносит за пределы *Science*. Чем обусловлено такое противопоставление? В статье *W. Weaver* на этот вопрос дает четкий ответ. *W. Weaver* прямо указывает на то, что живые системы являются системами третьего типа

(СТТ). Эти СТТ не могут быть объектом ДСН, для них нужна другая наука.

В качестве третьей (после детерминистской и стохастической науки) для описания СТТ, мы сейчас предлагаем теорию хаоса-самоорганизации (ТХС). В ТХС мы оперируем не с выборками (и их статистическими характеристиками: статистическим средним $\langle x \rangle$, статистической дисперсией D_x^* и т.д.), а с псевдоаттракторами (ПА). Для этого в фазовом пространстве состояний (ФПС) представляют фазовую траекторию вектора состояния биосистемы $x=x(t)=(x_1, x_2, \dots, x_n)^T$ в этом m -мерном ФПС и находят область ФПС (в виде площади S для двумерного ФПС, или объема V , для $m>2$), внутри которой эта фазовая траектория находится [31-37]. В итоге мы находим эти S (или V) и координаты x_i^c центра ПА [9-17].

Как было доказано в ТХС именно параметры ПА (его V и x_i^c) являются инвариантами для любой СТТ [31-37]. Это доказывает гипотезу *W. Weaver* о том, что живые системы не могут быть объектом ДСН. Следует напомнить, что это все следует из этой гипотезы *W. Weaver*. Для *Disorganized Complexity* (систем второго типа – СВТ – стохастических систем). *W. Weaver* впервые вводит это слово *Complexity* из-за того, что одна точка ($x(t_f)$ – конечное состояние процесса СВТ) уже не может представлять СВТ [40].

До этого, все системы первого типа – СПТ (детерминистские системы) точно описывались этой точкой $x(t_f)$. Задание начального состояния $x(t_0)$ всего вектора состояния системы $x=x(t)=(x_1, x_2, \dots, x_n)^T$ в m -мерном ФПС и знание динамического уравнения (для описания СПТ) всегда точно и многократно может повторить $x(t_f)$. Это основа детерминизма – здесь строго работают причинно-следственные связи (прошлое определяет будущее).

Однако, для СВТ мы это сделать не можем, т.к. любая выборка $x_i(t)$ по всем точкам точно не может быть повторена. Для непрерывной случайной величины (НСВ) попасть точно в точку $x(t_f)$ имеет вероятность $p=0$. Тем более повторить (точно) все точки первой выборки для СВТ

невозможно. Это аксиома теории вероятности. Однако, для СВТ разработаны методы статистики (например, статистическая проверка гипотез), в рамках которых мы можем сделать заключение о существовании общей генеральной совокупности (для первой и второй выборки $x(t_f)$). Иными словами, имеются математические критерии совпадений выборок $x_i(t)$ или их различий.

В итоге, в рамках некоторой вероятности p (например, критерия Вилкоксона $p \geq 0,05$) мы можем сказать, что эти две выборки $x(t_f)$ статистически совпадают. Они могут иметь общую генеральную совокупность. Если этого условия нет (например, $p < 0,05$), то мы говорим о различии выборок. Автоматически это означает, что статистическая система (СВТ) находится в равных состояниях или две системы различаются существенно. Очевидно, что такие две системы (с разными выборками) невозможно объединять в одно целое.

Именно в этом смысле (неповторимость выборки $x(t_f)$ и появление *Uncertainty*) мы сейчас можем говорить о том, что СВТ имеют *Complexity*. Отсутствие точности в оценке (и в совпадениях) автоматически приводят к *Complexity*. Очевидно, что при переходе к СТТ мы вообще теряем точность и появляется глобальная *Uncertainty*. Она заключается в следующем: как одна точка

$x(t_f)$ не может описывать СВТ (а нужна уже целая выборка – облако точек в ФПС), так и одна выборка $x(t_f)$ не может уже описывать СТТ (нужны выборки выборок). Выборка не может описывать СТТ, нужна другая наука, которая сможет описывать уникальные (статистически неповторимые) выборки $x(t)$ [1-7, 9-16].

Последнее заключение мы делаем логически, т.е. как одна точка (точно) описывает состояние детерминистской СПТ, так и одна выборка (приближено) описывает СВТ. В итоге СТТ должна описывать не ДСН, а некоторая (третья) наука. По теореме *K. Gödel* она должна иметь свои модели, особые понятия, законы. В качестве такой науки сейчас мы предлагаем ТХС [25-31], в которой нет точек и выборок. В ТХС мы работаем с ПА [31-37].

Такой переход от статистики к ТХС произошел из-за доказательства эффекта Еськова-Зинченко (ЭЭЗ). В этом эффекте доказана уникальность любой выборки $x(t)$, т.к. любые две подряд зарегистрированные выборки параметров биосистемы статистически совпадают с частотой $p \leq 0,1$. Для примера мы представляем матрицу парных сравнений выборок кардиоинтервалов (КИ) (выборок КИ, которые регистрируются подряд у одного человека). В табл. 1 представлена матрица парных сравнений выборок КИ.

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 $k=10$)

	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	0,02	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	0,04	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,02	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	0,04	0,00		0,78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,78		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	0,00	0,77
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,25	0,04	0,67	0,73	0,00
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25		0,02	0,38	0,49	0,00
12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,02		0,08	0,14	0,00
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67	0,38	0,08		0,30	0,00
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,73	0,49	0,14	0,30		0,00
15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

В этой матрице только $k_1=10$ пар выборок КИ показывают критерий Вилкоксона $p \geq 0,05$. Остальные 95 пар статистически не могут иметь общую генеральную совокупность (они статистически не совпадают). Это доказывает уникальность выборок КИ для любого человека (сейчас построено несколько тысяч таких матриц парных сравнений выборок). Всегда $k_1 \leq 15\%$, т.е. статистика не работает.

Если выборки уникальны, то нет связи между прошлым и будущим, невозможен прогноз будущего (это основа всей современной науки). Более того, нет статистических совпадений выборок КИ и для разных (у нас 15-ти) испытуемых. В

табл. 2 мы представляем такую матрицу (всегда $k_2 < 15\%$), где число $k_2=15$, число пар, у которых критерий Ньюмана-Кейлса $p_{i,j} \geq 0,05$.

Однако здесь ситуация сразу хуже, т.к. малое k_2 доказывает отсутствие однородности выборок, все выборки принадлежат к разным генеральным совокупностям, т.е. с ними невозможно работать в статистике. Потеря однородности и статистической устойчивости прекращает дальнейшее использование статистики в биомедицине, психологии, экологии и требует создания новой науки. Именно об этом говорил *W. Weaver* [40], это и есть реальная *Complexity*.

Таблица 2

Матрица парного сравнения 15-ти выборок кардиоинтервалов (КИ) группы девушек (без нагрузки), использовался критерий Ньюмана-Кейлса (критерий различий $p < 0,05$, число совпадений $k_2=15$)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		0,00	0,00	0,00	0,57	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,0		0,62	0,38	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,70	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
3	0,0	0,62		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	0,0	0,38	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
5	0,5	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
6	1,0	0,00	0,00	0,00	1,00		0,00	0,09	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,0	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	1,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00		0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,0	1,00	1,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00		0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
10	0,0	0,70	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03		0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
11	1,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	1,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
12	0,0	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
13	0,0	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
14	0,0	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
15	0,0	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

3. Основные понятия и модели в ТХС.

Напомним, что в теории динамических систем основное понятие – это точка, фазовая траектория, уравнение, описывающие СПТ. В статистике мы уже работаем с облаком точек (с выборками) и разработаны приближенные (вероятностные) методы оценки покоя (неизменности) СВТ или их изменений (движений в ФПС, например). В ТХС мы уходим от понятий точки или выборки, т.к. вводится понятие псевдоаттракторов (ПА). Параметры ПА могут описывать состояние СТТ (в виде неизменности покоя или движения (изменения) СТТ в ФПС) [18-27].

Это уже другие понятия и другие законы для оценки состояния СТТ в ФПС. Этих понятий (и методов оценки) не было в ДСН. Более того, в ТХС вводится понятие неопределенностей первого и второго типов, которых нет в ДСН [31-37]. Для неопределенности второго типа еще имеется некоторая аналогия с принципом неопределенности Гейзенберга, но все-таки это особая неопределенность, которая может накладываться на СТТ в m -мерном ФПС, а не только на фазовую координату $x_1(t)$ и ее скорость $x_2=dx_1/dt$. В итоге мы приходим к совершенно новым понятиям неопределенности первого и второго типов и их разрешению. Этого всего нет в ДСН [21-36].

Для раскрытия неопределенностей в ТХС были разработаны специальные методы, которых нет в ДСН. Например, для отыскания главных диагностических признаков в ТХС используется расчет объемов V_g для ПА (в m -мерном ФПС) и затем методом исключения находят те признаки (параметры порядка), которые вызывают наибольшие относительные изменения объемов V_g . В итоге мы можем ранжировать $x_i(t)$ и решать задачу системного синтеза. Можем находить русла и джокеры, что сейчас в ДСН не сформировано [17-29].

Более того, для неопределенности первого типа в ТХС разработаны новые режимы работы искусственных нейросетей (ИНС), которые могут различать этот тип неопределенности. Напомним, что первого типа неопределенность появляется там, где статистика не показывает различий в состоянии СТТ, а ИНС дает различие. Более того, ИНС позволяет ранжировать диагностические признаки $x_i(t)$. Мы можем найти параметры порядка (главные x_i^*) и понизить размерность ФПС [11-20].

Все это выводит ТХС за пределы ДСН, т.к. мы оперируем новыми понятиями, новыми законами поведения СТТ и новыми моделями поведения живых систем. В итоге, мы реализовали все гипотезы и предложения *W. Weaver* о СТТ. Построена новая наука, в которой имеется другое понимание покоя (неизменности) и реальных изменений для СТТ. При этом мы раскрыли истинное значение *Complexity*. Это значение заключается в уникальности выборок любых параметров $x(t)$ биосистем. Теряется и однородность любых выборок для любых групп испытуемых.

Заключение.

Человечеству понадобилось более 70-ти лет, чтобы доказать гипотезы *W. Weaver* о трех типах систем (и трех типах науки, соответственно) и о СТТ, которые не объект ДСН, о возможности познания СТТ через 50 лет (после выхода его статьи) и, наконец, подойти к точному определению, что является наукой и что не является наукой. Сейчас особым образом (в рамках ТХС) мы можем говорить о научности знаний, если возможен прогноз будущего

состояния любой системы. Без прогноза нет науки (в рамках ДСН).

Однако именно СТТ демонстрируют особые *Complexity*, *Uncertainty* и *Unpredictability*, которые отсутствуют у систем первого типа (детерминистских систем) и систем стохастических (второго типа по *W. Weaver* [40]). Современная наука не может описывать СТТ (биосистемы).

Появляется реальная *Complexity* (и вместе с ней и *Uncertainty*, и *Unpredictability*), о которой говорил *W. Weaver* и пытался сказать *I.R. Prigogine* [38, 39]. Однако никто пока не смог доказать реальность *Complexity* для биосистем (СТТ). Это сделали мы за последние 20 лет и доказали статистическую неустойчивость любых выборок любых параметров СТТ. Именно это и есть реальная *Complexity* для всей ДСН.

В табл. 1 и табл. 2 мы показали, что нужно сделать для доказательства ЭЕЗ (уникальности любых выборок). Нужно 15 раз подряд у одного и того же испытуемого зарегистрировать выборки КИ (или у 15-ти разных испытуемых) и затем их попарно сравнить. В любой такой матрице парных сравнений КИ k будет не более 15% (ЭЕЗ).

Это мы проделали десятки тысяч раз с КИ, с треморограммами (ТМГ), с теппинграммами (ТПГ), с электромиограммами (ЭМГ), с электроэнцефалограммами (ЭЭГ), с электронейрограммами (ЭНГ) и многими другими параметрами организма человека. Во всех таких матрицах парных сравнений выборок КИ (ТМГ, ТПГ, ЭМГ, ЭЭГ, ЭНГ и т.д.) мы имеем ЭЕЗ (будущее невозможно прогнозировать).

Появляется фундаментальная сложность для всей современной науки (ДСН) из-за уникальности выборок СТТ. Сейчас мы строим новую науку (как и прогнозировал *W. Weaver* [40]), в которой имеются неопределенности первого и второго типов, рассчитываются матрицы парных сравнений (табл. 1 и табл. 2) и находятся параметры и псевдоаттракторов (ПА). В рамках ТХС становится возможным прогноз СТТ [29-37].

Выводы.

Нобелевский лауреат *I.R. Prigogine* видел Complexity в ограничении дальнейшего применения теории динамических систем в описании биосистем [38, 39]. При этом он был сторонником стохастики (и динамического хаоса) в описании таких систем. Однако, еще *W. Weaver* [40] предлагал выделить биосистемы в отдельный третий тип (вывести за рамки ДСН) и создать новую (третью) науку о СТТ (сейчас это ТХС).

В рамках ТХС доказана особая статистическая неустойчивость биосистем и отсутствие связи между прошлым и будущим СТТ (в рамках ДСН). Все это обозначено как эффект Еськова-Зинченко (ЭЕЗ). Этот ЭЕЗ доказал уникальность любой выборки $x(t)$ для СТТ и потерю однородности любой группы.

Потеря статистической устойчивости и потеря однородности любой группы завершает дальнейшее применение методов статистики (всей ДСН) в описании и изучении биосистем. Создаются новые инварианты и новые модели для описания живых систем, как предлагал *W. Weaver* 70 лет назад. Это и есть глобальные *Complexity*, *Uncertainty* и *Unpredictability* для всей ДСН.

Литература

1. Бодин О.Н., Галкин В.А., Филатова О.Е., Башкатова Ю.В. Анализ возникновения динамического хаоса в биосистемах // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. – 2021. - № 4. Публикация 1-8. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2021-4/1-8.pdf>. DOI: 10.24412/2075-4094-2021-4-1-8
2. 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.
3. Галкин В.А., Филатова О.Е., Еськов В.М., Попов Ю.М. Связи между прошлым и будущим состоянием биосистем // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2021. – № 2. – С. 14-24. DOI: 10.12737/2306-174X-2021-13-24
4. Горбунова М.Н., Мордвинцева А.Ю., Веденева Т.С., Воробей О.А., Мандрыка И.А. Проблема однородности выборок произвольных и непроизвольных движений человека // Вестник новых медицинских технологий. – 2021. – №1. – С. 60-63. DOI: 10.24412/1609-2163-2021-1-60-63.
5. Еськов В.В. Математическое моделирование гомеостаза и эволюции *complexity*: монография. Тула: Издательство ТулГУ, 2016. – 307 с.
6. 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.
7. Еськов В.В., Башкатова Ю.В., Шакирова Л.С., Веденева Т.С., Мордвинцева А.Ю. Проблема стандартов в медицине и физиологии // Архив клинической и экспериментальной медицины. – 2020. – Т. 29, № 3. – С. 211-216.
8. Еськов В.В., Пятин В.Ф., Шакирова Л.С., Мельникова Е.Г. Роль хаоса в регуляции физиологических функций организма / Под ред. А.А. Хадарцева. Самара: ООО «Порто-принт», 2020. – 248 с.
9. Еськов В.В., Пятин В.Ф., Шакирова Л.С., Чертищев А.А. Существуют ли стандарты в физиологии и медицине? // Клиническая медицина и фармакология. – 2020. – Т. 6, № 1. – С. 27-31. DOI: 10.12737/2409-3750-2020-6-1-27-31
10. Еськов В.В., Галкин В.А., Филатова О.Е., Шакирова Л.С., Хвостов Д.Ю. Моделирование эвристической деятельности мозга человека // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2021. – № 1. – С. 13-24. DOI: 10.12737/2306-174X-2021-9-17
11. Еськов В.М., Галкин В.А., Пятин В.Ф., Филатов М.А. Организация движений: стохастика или хаос? / Под. ред. член-корр. РАН, д.биол.н., профессора Г.С.

- Розенберга. Самара: Издательство ООО «Порто-принт», 2020. – 144 с.
12. Еськов В.М., Галкин В.А., Филатова О.Е. Complexity: хаос гомеостатических систем / Под ред. Г.С. Розенберга. Самара: Изд-во ООО «Порто-принт», 2017. – 388 с.
 13. Еськов В.М., Галкин В.А., Филатова О.Е. Конец определенности: хаос гомеостатических систем / Под ред. Хадарцева А.А., Розенберга Г.С. Тула: изд-во Тульское производственное полиграфическое объединение, 2017. – 596 с.
 14. Еськов В.М., Пятин В.Ф., Еськов В.В., Миллер А.В., Веденев В.В. Существуют ли отличия между произвольными и непроизвольными движениями? // Вестник новых медицинских технологий. – 2020. – Т. 27, № 3. – С. 88-91. DOI: 10.24411/1609-2163-2020-16688
 15. Еськов В.М., Хадарцев А.А., Филатов М.А., Третьяков С.А. Три великие проблемы физиологии и медицины // Вестник новых медицинских технологий. – 2020. – Т. 27, № 4. – С. 115-118. DOI: 10.24411/1609-2163-2020-16782
 16. Еськов В.М., Галкин В.А., Филатова О.Е. Великие проблемы Гинзбурга и биомедицинские науки // Вестник новых медицинских технологий. – 2021. – Т. 28, №2. – С. 115-120. DOI: 10.24412/1609-2163-2021-2-115-120.
 17. Еськов В.М., Колосова А.И., Фадюшина С.И., Мордвинцева А.Ю. Хаотическая динамика ритмики сердца // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2021. – № 1. – С. 25-34. DOI: 10.12737/2306-174X-2021-18-28
 18. Еськов В.М., Газя Г.В. Неопределенность в промышленной экологии // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2021. – № 2. – С. 5-12. DOI: 10.12737/2306-174X-2021-5-12
 19. Пятин В. Ф., Еськов В. В., Филатова О. Е., Башкатова Ю. В. Новые представления о гомеостазе и эволюции гомеостаза // Архив клинической и экспериментальной медицины. – 2019. – Т. 28, № 1. – С. 21-27.
 20. Филатов М.А., Нувальцева Я.Н., Оразбаева Ж.А., Афаневич К.А. Медицинская кибернетика и биофизика с позиций общей теории систем // Вестник новых медицинских технологий. – 2020. – Т. 27, № 2. – С.116-119. DOI: 10.24411/1609-2163-2020-16667
 21. Филатов М.А., Прохоров С.А., Ивахно Н.В., Головачева Е.А., Игнатенко А.П. Возможности моделирования статистической неустойчивости выборок в физиологии // Вестник новых медицинских технологий. – 2020. – Т. 27, № 2. – С. 120-124. DOI: 10.24411/1609-2163-2020-16668.
 22. Филатова О.Е., Башкатова Ю.В., Мельникова Е.Г., Чемпалова Л.С. Параметры кардиоинтервалов женщин Севера РФ при дозированных нагрузках // Клиническая медицина и фармакология. – 2019. – Т. 5, № 4. – С. 6-10.
 23. Филатова О.Е., Еськов В.В., Галкин В.А., Филатов М.А., Фаузитдинова К.А. Классификация неопределенностей в медицине // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2021. – № 2. – С. 59-68. DOI: 10.12737/2306-174X-2021-59-68
 24. 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. DOI: 10.51790/2712-9942-2020-1-3-5
 25. Хадарцев А.А., Еськов В.В., Башкатова Ю.В., Веденев В.В. Место общей теории систем в когнитивных исследованиях // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2021. – № 2. – С. 31-47. DOI: 10.12737/2306-174X-2021-35-47
 26. 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. DOI: 10.24412/1609-2163-2021-1-75-77
27. Шакирова Л.С., Манина Е.А., Веденева Т.С., Миллер А.В., Лупынина Е.Ю. Системный синтез в оценке трансиротных перемещений учащихся Югры // Вестник новых медицинских технологий. – 2021. – Т. 28, №1. – С. 72-74. DOI: 10.24412/1609-2163-2021-1-72-74.
 28. Яхно В.Г., Газя Г.В., Башкатова Ю.В., Пашнин А.С. Влияние промышленных электромагнитных полей на работу сердца // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. – 2021. - № 4. Публикация 1-7. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2021-4/1-7.pdf>. DOI: 10.24412/2075-4094-2021-4-1-7
 29. Eskov V.V. Modeling of biosystems from the stand point of “complexity” by W. Weaver and “fuzziness” by L.A. Zadeh // Journal of Physics Conference Series. – 2021. – Vol. 1889(5). – P. 052020. DOI:10.1088/1742-6596/1889/5/052020
 30. 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
 31. Gazya G.V., Eskov V.M. Uncertainty of the first type in industrial ecology // Earth and Environmental Science: Conference Series. – 2021. – Vol. 839. – P. 042072. DOI:10.1088/1755-1315/839/4/042072
 32. Gazya G.V., Eskov V.V., Filatov M.A. The State of the Cardiovascular System Under the Action of Industrial Electromagnetic Fields // International journal of biology and biomedical engineering. – 2021. – Vol. 15. – Pp. 249-253. DOI: 10.46300/91011.2021.15.30
 33. 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
 34. Grigorenko V.V., Eskov V.M., Nazina N.B., Egorov A.A. Information-analytical system of cardiographic information functional diagnostics // Journal of Physics: Conference Series. – 2020. – Vol. 1515. – P. 052027. DOI:10.1088/1742-6596/1515/5/052027
 35. Grigorenko V.V., Bashkatova Yu.V., Shakirova L.S., Egorov A.A., Nazina N.B. New information technologies in the estimation of stationary modes of the third type systems // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2020. – Vol. 862. – P. 052034. DOI:10.1088/1757-899X/862/5/052034
 36. Khadartsev A.A., Eskov V.V., Pyatin V.F., Filatov M.A. The Use of Tremorography for the assessment of motor functions // Biomedical engineering. – 2021. – Vol. 54(6). – Pp. 388-392. DOI:10.1007/s10527-021-10046-6
 37. 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
 38. Prigogine I.R. The End of Certainty: Time, Chaos, and the New Laws of Nature (Free Press, 1996).
 39. Prigogine I.R. The philosophy of instability // Futures. – 1989. – Pp. 396-400.
 40. Weaver W. Science and Complexity // American Scientist. – 1948. – Vol. 36. – Pp. 536-544.

References

1. Bodin O.N., Galkin V.A., Filatova O.E., Bashkatova Yu.V. Analiz vozniknoveniya dinamicheskogo khaosa v biosistemakh [Analysis of the emergence of dynamic chaos in biosystems] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii. Elektronnoe izdanie [Bulletin of new medical technologies. Electronic edition]. – 2021. - № 4. Publikatsiya 1-8. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin>

- n/E2021-4/1-8.pdf. DOI: 10.24412/2075-4094-2021-4-1-8
2. Galkin V.A., Eskov V.V., Pyatin V.F., Kirasirova L.A., Kulchitsky V.A. Sushchestvuet li stokhasticheskaya ustoichivost' vyborok v neironaukakh? [Is there stochastic sample stability in neurosciences?] // *Novosti mediko-biologicheskikh nauk* [News of biomedical sciences]. – 2020. – Т. 20, No. 3. – S. 126-132.
 3. Galkin V.A., Filatova O.E., Es'kov V.M., Popov Yu.M. Svyazi mezhdu proshlym i budushchim sostoyaniem biosistem [Relations between the past and future state of the biosystem] // *Slozhnost'. Razum. Postneklassika* [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2021. – № 2. – S. 14-24. DOI: 10.12737/2306-174X-2021-13-24
 4. Gorbunova M.N., Mordvintseva A.Yu., Vedeneeva T.S., Vorobey O.A., Mandryka I.A. Problema odnorodnosti vyborok proizvol'nykh i neproizvol'nykh dvizhenii cheloveka [The problem of uniformity of samples of voluntary and involuntary human movements] // *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii* [Bulletin of new medical technologies]. – 2021. – Т. 28, No. 1. – S. 60-63. DOI: 10.24412 / 1609-2163-2021-1-60-63.
 5. Eskov V.V. Matematicheskoe modelirovanie gomeostaza i evolyutsii complexity [Mathematical modeling of homeostasis and evolution of complexity] / Tula: Publishing house of TulsU, 2016. – 307 s.
 6. Eskov V.V., Pyatin V.F., Filatova D.Yu. Bashkatova Yu.V. Khaos parametrov gomeostaza serdechno-sosudistoi sistemy cheloveka [Chaos of homeostasis parameters of the human cardiovascular system] / Samara: Publishing house of Porto-Print LLC, 2018. – 312 s.
 7. Eskov V.V., Bashkatova Yu.V., Shakirova L.S., Vedeneeva TS, Mordvintseva A.Yu. Problema standartov v meditsine i fiziologii [The problem of standards in medicine and physiology] // *Arkhiv klinicheskoi i eksperimental'noi meditsiny* [Archives of Clinical and Experimental Medicine]. – 2020. – Т. 29, No. 3. – S. 211-216.
 8. Eskov V.V., Pyatin V.F., Shakirova L.S., Melnikova E.G. Rol' khaosa v regulyatsii fiziologicheskikh funktsii organizma [The role of chaos in the regulation of physiological functions of the body] / A.A. Khadartseva. Samara: Porto-print LLC, 2020. – 248 s.
 9. Es'kov V.V., Pyatin V.F., Shakirova L.S. , Chertishchev A.A. Sushchestvuyut li standarty v fiziologii i meditsine? [Are there standards in physiology and medicine?] // *Klinicheskaya meditsina i farmakologiya* [Clinical Medicine and Pharmacology]. – 2020. – Т. 6, № 1. – S. 27-31. DOI: 10.12737/2409-3750-2020-6-1-27-31
 10. Es'kov V.V., Galkin V.A., Filatova O.E., Shakirova L.S., Khvostov D.Yu. Modelirovanie evristicheskoi deyatel'nosti mozga cheloveka [Modeling of heuristic activity of the human brain] // *Slozhnost'. Razum. Postneklassika* [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2021. – № 1. – S. 13-24. DOI: 10.12737/2306-174X-2021-9-17
 11. Eskov V.M., Galkin V.A., Pyatin V.F., Filatov M.A. Organizatsiya dvizhenii: stokhastika ili khaos? [Organization of movements: stochastic or chaos?] / G.S. Rosenberg. Samara: Publishing house LLC "Porto-print", 2020. – 144 s.
 12. Eskov V.M., Galkin V.A., Filatova O.E. Complexity: khaos gomeostaticeskikh sistem [Complexity: Chaos of Homeostatic Systems] / G.S. Rosenberg. Samara: Publishing house of LLC "Porto-print", 2017. – 388 s.
 13. Eskov V.M., Galkin V.A., Filatova O.E. Konets opredelennosti: khaos gomeostaticeskikh sistem [The End of Certainty: Chaos of Homeostatic Systems] / Khadartseva A.A., Rosenberg G.S. Tula: publishing house Tula printing production association, 2017. – 596 s.
 14. Eskov V.M., Pyatin V.F., Eskov V.V., Miller A.V., Vedeneev V.V. Sushchestvuyut li otlichiya mezhdu proizvol'nymi i neproizvol'nymi dvizheniyami? [Are there any differences between voluntary and involuntary

- movements?] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii [Bulletin of new medical technologies]. – 2020. – Т. 27, No. 3. – S. 88-91. DOI: 10.24411 / 1609-2163-2020-16688
15. Eskov V.M., Khadartsev A.A., Filatov M.A., Tretyakov S.A. Tri velikie problemy fiziologii i meditsiny [Three great problems of physiology and medicine] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii [Bulletin of new medical technologies]. – 2020. – Т. 27, No. 4. – S. 115-118. DOI: 10.24411 / 1609-2163-2020-16782
 16. Eskov V.M., Galkin V.A., Filatova O.E. Velikie problemy Ginzburga i biomeditsinskie nauki [Ginzburg's great problems and biomedical sciences] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii [Bulletin of new medical technologies]. – 2021. – Т. 28, No. 2. – S. 115-120. DOI: 10.24412 / 1609-2163-2021-2-115-120.
 17. Es'kov V.M., Kolosova A.I., Fadyushina S.I., Mordvintseva A.Yu. Khaoticheskaya dinamika ritmiki serdtsa [Chaotic dynamics of heart rhythm] // Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2021. – № 1. – S. 25-34. DOI: 10.12737/2306-174X-2021-18-28
 18. Es'kov V.M., Gazya G.V. Neopredelennost' v promyshlennoi ekologii [Uncertainty in industrial ecology] // Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2021. – № 2. – S. 5-12. DOI: 10.12737/2306-174X-2021-5-12/
 19. Pyatin VF, Eskov VV, Filatova OE, Bashkatova Yu. V. Novye predstavleniya o gomeostaze i evolyutsii gomeostaza [New ideas about homeostasis and the evolution of homeostasis] // Arkhiv klinicheskoi i eksperimental'noi meditsiny [Archives of Clinical and Experimental Medicine]. – 2019. – Т. 28, No. 1. – S. 21-27.
 20. Filatov M.A., Nuvaltseva Ya.N., Orazbaeva Zh.A., Afanevich K.A. Meditsinskaya kibernetika i biofizika s pozitsii obshchei teorii sistem [Medical cybernetics and biophysics from the standpoint of general systems theory] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii [Bulletin of new medical technologies]. – 2020. – Т. 27, No. 2. – S. 116-119. DOI: 10.24411 / 1609-2163-2020-16667
 21. Filatov M.A., Prokhorov S.A., Ivakhno N.V., Golovacheva E.A., Ignatenko A.P. Vozmozhnosti modelirovaniya statisticheskoi neustoichivosti vyborok v fiziologii [Possibilities of modeling statistical instability of samples in physiology] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii [Bulletin of new medical technologies]. – 2020. – No. 2. – S. 120-124. DOI: 10.24411 / 1609-2163-2020-16668.
 22. Filatova O.E., Bashkatova Yu.V., Mel'nikova E.G., Chempalova L.S. Parametry kardiointervalov zhenshchin Severa RF pri dozirovannykh nagruzkakh [Parameters of cardiointervals of women in the North of the Russian Federation with metered loads] // Klinicheskaya meditsina i farmakologiya [Clinical Medicine and Pharmacology]. – 2019. – Т. 5, № 4. – S. 6-10.
 23. Filatova O.E., Es'kov V.V., Galkin V.A., Filatov M.A., Fauzitdinova K.A. Klassifikatsiya neopredelennosei v meditsine [Classification of uncertainties in medicine] // Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2021. – № 2. – S. 59-68. DOI: 10.12737/2306-174X-2021-59-68
 24. Khadartsev A.A., Filatova O.E., Mandryka I.A., Eskov V.V. Entropiinyi podkhod v fizike zhivykh sistem i teorii khaosa-samoorganizatsii [Entropy approach in the physics of living systems and the theory of chaos-self-organization] // Uspekhi kibernetiki [Russian Journal of Cybernetics]. – 2020. – Т. 1, No. 3. – S. 41-49. DOI: 10.51790 / 2712-9942-2020-1-3-5
 25. Khadartsev A.A., Es'kov V.V., Bashkatova Yu.V., Vedeneev V.V. Mesto obshchei teorii sistem v kognitivnykh issledovaniyakh [The place of general systems theory in cognitive research] // Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]. –

2021. – № 2. – С. 31-47. DOI: 10.12737/2306-174X-2021-35-47
26. Chempalova L.S., Yakhno T.A., Manina E.A., Ignatenko A.P., Orazbaeva Zh.A. Gipoteza W. Weaver pri izuchenii proizvod'nykh i neproizvol'nykh dvizhenii [W. Weaver's hypothesis in the study of voluntary and involuntary movements] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii [Bulletin of new medical technologies]. – 2021. – T. 28, No. 1. – S. 75-77. DOI: 10.24412 / 1609-2163-2021-1-75-77
27. Shakirova L.S., Manina E.A., Vedeneeva T.S., Miller A.V., Lupynina E.Yu. Sistemnyi sintez v otsenke transshirotnykh peremeshchenii uchashchikhsya Yugry [System synthesis in the assessment of trans-latitudinal movements of Ugra students] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii [Bulletin of new medical technologies]. – 2021. – T. 28, No. 1. – S. 72-74. DOI: 10.24412 / 1609-2163-2021-1-72-74.
28. Yakhno V.G., Gazya G.V., Bashkatova Yu.V., Pashnin A.S. Vliyanie promyshlennykh elektromagnitnykh polei na rabotu serdtsa [Influence of industrial electromagnetic fields on the work of the heart] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii. Elektronnoe izdanie [Bulletin of new medical technologies. Electronic edition]. – 2021. - № 4. Publikatsiya 1-7. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2021-4/1-7.pdf>. DOI: 10.24412/2075-4094-2021-4-1-7
29. Eskov V.V. Modeling of biosystems from the stand point of “complexity” by W. Weaver and “fuzziness” by L.A. Zadeh // Journal of Physics Conference Series. – 2021. – Vol. 1889(5). – P. 052020. DOI:10.1088/1742-6596/1889/5/052020
30. 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
31. Gazya G.V., Eskov V.M. Uncertainty of the first type in industrial ecology // Earth and Environmental Science: Conference Series. – 2021. – Vol. 839. – P. 042072. DOI:10.1088/1755-1315/839/4/042072
32. Gazya G.V., Eskov V.V., Filatov M.A. The State of the Cardiovascular System Under the Action of Industrial Electromagnetic Fields // International journal of biology and biomedical engineering. – 2021. – Vol. 15. – Pp. 249-253. DOI: 10.46300/91011.2021.15.30
33. 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
34. Grigorenko V.V., Eskov V.M., Nazina N.B., Egorov A.A. Information-analytical system of cardiographic information functional diagnostics // Journal of Physics: Conference Series. – 2020. – Vol. 1515. – P. 052027. DOI:10.1088/1742-6596/1515/5/052027
35. Grigorenko V.V., Bashkatova Yu.V., Shakirova L.S., Egorov A.A., Nazina N.B. New information technologies in the estimation of stationary modes of the third type systems // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2020. – Vol. 862. – P. 052034. DOI:10.1088/1757-899X/862/5/052034
36. Khadartsev A.A., Eskov V.V., Pyatin V.F., Filatov M.A. The Use of Tremorography for the assessment of motor functions // Biomedical engineering. – 2021. – Vol. 54(6). – Pp. 388-392. DOI:10.1007/s10527-021-10046-6
37. 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
38. Prigogine I.R. The End of Certainty: Time, Chaos, and the New Laws of Nature (Free Press, 1996).
39. Prigogine I.R. The philosophy of instability // Futures. – 1989. – Pp. 396-400.

40. Weaver W. Science and Complexity // American Scientist. – 1948. – Vol. 36. – Pp. 536-544.