

### III. МАТЕМАТИКА В ОПИСАНИИ ХАОСА И СИНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

DOI: 10.12737/2306-174X-2022-79-89

#### ВОЗМОЖНЫ ЛИ ИНВАРИАНТЫ В ТЕОРИИ ХАОСА-САМООРГАНИЗАЦИИ?

В.М. ЕСКОВ<sup>1</sup>, О.Е. ФИЛАТОВА<sup>1</sup>, В.А. ГАЛКИН<sup>1</sup>, М.А. ФИЛАТОВ<sup>2</sup>, Р.В. ЧИРКОВА<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГУ «ФНЦ Научно-исследовательский институт системных исследований Российской академии наук». Обособленное подразделение «ФНЦ НИИСИ РАН» в г. Сургуте, ул. Базовая, 34, г. Сургут, Россия, 628400, e-mail: firing.squad@mail.ru

<sup>2</sup>БУ ВО ХМАО-Югры «Сургутский государственный университет», ул. Ленина, 1, Сургут, Россия, 628400

**Аннотация.** После доказательства эффекта Еськова-Зинченко (уникальность любой выборки любого параметра организма человека) возникают фундаментальные проблемы с идентификацией стационарных систем. В рамках новой теории хаоса-самоорганизации нами доказано, что числа  $k$  пар выборок, имеющих критерий Вилкоксона  $p_{i,j} \geq 0,05$  могут быть инвариантами. Одновременно и площадь  $S$  для псевдоаттракторов тоже может быть инвариантом. При этом площадь  $S$  рассчитывается по одной выборке, а числа  $k$  в матрицах парных сравнений выборок требует многих выборок.

**Ключевые слова:** статистическая неустойчивость, биосистемы, инварианты, эффект Еськова-Зинченко.

#### ARE INVARIANTS POSSIBLE IN CHAOS-SELF-ORGANIZATION THEORY?

V.M. ESKOV<sup>1</sup>, O.E. FILATOVA<sup>1</sup>, V.A. GALKIN<sup>1</sup>, M.A. FILATOV<sup>2</sup>, R.V. CHIRKOVA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Federal 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, e-mail: firing.squad@mail.ru

<sup>2</sup>Surgut State University, Lenina pr., 1, Surgut, Russia, 628400

**Abstract.** After proving the Eskov-Zinchenko effect (the uniqueness of any sample of any parameter of the human body), fundamental problems arise with the identification of stationary systems. In the framework of the new theory of chaos-self-organization, we have proved that the number  $k$  of pairs of samples that have the Wilcoxon criterion  $p_{i,j} \geq 0,05$  can be invariants. At the same time, the area  $S$  for pseudo-attractors can also be an invariant. In this case, the area  $S$  is calculated from one sample, and the number  $k$  in the matrices of pairwise comparisons of samples requires many samples.

**Key words:** statistical instability, biosystems, invariants, Eskov-Zinchenko effect.

**Введение.** В 1948 году один из основоположников теории информации *W. Weaver* предложил вывести все биосистемы за пределы традиционной детерминистской и стохастической науки (ДСН) [36]. В этой работе [36] *W. Weaver* предлагал создать новую (третью, после ДСН) науку о системах третьего типа (СТТ) – биосистемах. Он говорил, что СТТ не могут быть объектом ДСН, но доказательств этому тогда не представил.

Это сделали мы спустя 50 лет (как и прогнозировал *W. Weaver*) в виде

доказательства эффекта Еськова-Зинченко (ЭЗ). В этом ЭЗ представлена статистическая неустойчивость любых СТТ [1-9], т.е. все выборки СТТ статистически нельзя повторить.

Очевидно, что если любая выборка любого параметра  $x_i(t)$  любой биосистемы будет уникальной (статистически неповторимой, что нами обозначено как эффект Еськова-Зинченко – ЭЗ), то работать с такими выборками в рамках детерминистской и стохастической науки невозможно [10-15].

Фактически, доказательство ЭЭЗ [2-9] полностью завершает дальнейшее применение любых методов и моделей на основе ДСН. Уникальные (статистически неповторимые) биосистемы (СТТ-complexity) невозможно изучать и описывать в рамках ДСН. Возникает фундаментальная проблема всего современного естествознания: как диагностировать покой (неизменность) СТТ и как диагностировать реальные изменения биосистем, если ЭЭЗ и без этого показывает хаос выборок СТТ?

Ответы на эти главные для ДСН вопросы мы сейчас представляем в рамках новой науки (теории хаоса-самоорганизации (ТХС)), в которой доказаны два типа неопределенностей для СТТ и полная инверсия понятий покоя и движения для вектора состояния  $x=x(t)=(x_1, x_2, \dots, x_m)^T$  в  $m$ -мерном фазовом пространстве состояний (ФПС) для СТТ.

### 1. Инверсия понятий покоя и движения для СТТ.

Почти 20 лет назад в связи с открытием ЭЭЗ в биомеханике нами было показано, что любая биосистема не может находиться в покое. Невозможно сохранение неизменности статистических функций распределения  $f(x)$ , числовых

характеристик (статистического среднего  $\langle x \rangle$ , статистической дисперсии  $D_x^*$  и других характеристик), спектральных плотностей сигнала (СПС), автокорреляции и т.д. для СТТ [2-15].

Любая биосистема находится в непрерывном хаотическом изменении и ее выборки очень сложно повторить (произвольно) два раза. Это получило название ЭЭЗ и этот эффект легко зарегистрировать, если, например, 15 раз подряд зарегистрировать у одного и того же испытуемого треморограмму (ТМГ) за 5 секунд (сидя, в спокойном состоянии) и затем эти 15 выборок ТМГ попарно сравнить. Для примера мы представляем табл. 1, где даны значения критерия Вилкоксона  $p_{i,j}$  при парном сравнении всех 15-ти выборок ТМГ [2-9].

Отметим, что ТМГ квантуется (с частотой  $\nu=100$  Гц) и каждая выборка содержит не менее 500 точек. В матрице парных сравнений ТМГ (табл. 1) имеется  $k_I=3$  число пар выборок, которые показывают критерий Вилкоксона  $p_{i,j} \geq 0,05$  (для  $i$ -й и  $j$ -й выборок). Очевидно, что в этом случае мы можем для такой пары иметь общую генеральную совокупность.

Таблица 1

**Матрица парного сравнения выборок треморограмм (ТМГ) одного и того же человека (без нагрузки, число повторов  $n=15$ ), использовался критерий Вилкоксона (критерий различия  $p < 0,05$ , число совпадений  $k_I=3$ )**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	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	0,01	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	0,01	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,51	0,00	0,00	0,01	0,70
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,51</b>		0,00	0,00	0,00	1,00
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	0,00	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	<b>0,70</b>	<b>1,00</b>	0,00	0,00	0,00	

При  $p_{i,j} < 0,05$  мы имеем статистическое различие и таких пар в табл. 1 более 95% из всех 105-ти разных пар сравнения ТМГ. Это и есть доказательство ЭЭЗ и гипотезы

W. Weaver (о том, что СТТ не могут быть объектом ДСН) в новой ТХС. Сейчас мы это обозначаем как неопределенность второго типа [2-9]. В этом случае

биосистема находится в покое, т.е. физиологически, психически, физически, с человеком ничего не происходит, но его выборки ТМГ непрерывно и хаотически изменяются (ЭЗ) и мы не можем (в стохастике) регистрировать покой СТТ [10-19].

Очевидно, что в биологическом смысле мы имеем покой (равновесие СТТ), но математически мы регистрируем непрерывные и хаотические изменения  $f(x)$ ,  $\langle x \rangle$ ,  $D_x^*$ , СПС,  $A(t)$  и т.д. Все непрерывно и хаотически изменяются. В итоге, в рамках ДСН мы говорим о покое биосистемы, но с

позиции ТХС мы говорим о хаотическом (непрерывном) движении вектора системы СТТ в ФПС. Это и есть ЭЗ или неопределенности второго типа [2-15].

Подчеркнем, что это не только в биомеханике регистрируется, но и во всей электрофизиологии (для электромиограмм – ЭМГ, электроэнцефалограмм – ЭЭГ, электронейрограмм – ЭНГ), во всей науки о сердце (в кардиологии, физиологии и т.д.) на основе анализа кардиоинтервалов (КИ) и других параметров работы сердца [16-24]. Для примера представляем табл. 2.

Таблица 2

**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  $k_2=10$ )**

	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	<b>0,78</b>		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	<b>0,25</b>		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	<b>0,67</b>	<b>0,38</b>	<b>0,08</b>		0,30	0,00
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,73</b>	<b>0,49</b>	<b>0,14</b>	<b>0,30</b>		0,00
15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,77</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

В этой табл. 2 мы имеем матрицу парных сравнений КИ для одного и того же испытуемого (в покое, сидя), где представлены критерии Вилкоксона. Если  $p_{i,j} \geq 0,05$ , то эти две выборки КИ будут иметь общую генеральную совокупность. Очевидно, что число таких пар  $k_2$  очень мало ( $k_2=10$ ) и это доказывает ЭЗ и для работы сердца. Этот ЭЗ глобален и он базируется на неопределенности второго типа [2-9, 20-29].

Однако, в ТХС имеется и неопределенность первого типа. В этом случае статистика показывает покой СТТ, т.к. выборки (в разных состояниях биосистемы) статистически совпадают. Однако многие методы ТХС показывают существенные различия. В этом случае мы используем искусственные нейронные сети (ИНС) в режиме хаоса и реверберации

(настроек ИНС) или расчет псевдоаттракторов (ПА).

В итоге, ряд методов ТХС могут раскрыть неопределенность первого типа и показать реальные различия в состоянии биосистемы или выявить различия между разными биосистемами, но которые не могут различаться с позиции статистики (ДСН) [30-40]. Неопределенность первого типа до настоящего времени вообще не различалась, но в рамках ТХС мы ее сейчас четко диагностируем и можем от нее избавляться [22-30].

Еще раз подчеркнем, что оба типа неопределенности до открытия эффекта Еськова-Зинченко и доказательства гипотезы *W. Weaver* (СТТ не могут быть объектом ДСН) вообще никем не регистрировались, а статью *W. Weaver* игнорировали [36]. Особые свойства СТТ

мы сейчас связываем именно с этими неопределенностями. При этом они сильно различаются.

Для неопределенности первого типа статистика не показывает различий (покой СТТ), но ТХС доказывает реальность изменений  $x(t)$ , выборки различаются. Наоборот, для неопределенности второго типа статистика показывает реальные различия (раньше их не диагностировали, т.к. не делали много повторных измерений), но ТХС говорит о покое СТТ (по параметрам псевдоаттракторов (ПА)). Это разные виды *Uncertainty*, но они глобальны [25-30].

## 2. Понятие новых инвариант.

Если ЭЭЗ глобален, то как тогда идентифицировать реальный покой СТТ или их реальные изменения? В рамках ДСН это выполнить невозможно. Однако ТХС позволяет это сделать на основе расчета матриц и псевдоаттракторов для  $x(t)$ . Рассмотрим этот тезис более подробно именно в рамках ТХС.

Действительно, матрицы вида табл. 1 и табл. 2 показывают статистическую неустойчивость выборок биосистем. При этом мы находим числа  $k$  пар выборок, которые статистически могут иметь общую

генеральную совокупность. Возникает вопрос: могут ли числа  $k$  быть инвариантами в оценке покоя СТТ?

Для ответа на этот вопрос мы производили многократные измерения выборок КИ у 15 испытуемых (женщины, средний возраст  $\langle T \rangle = 27$  лет). Для каждого испытуемого мы регистрировали по 15 серий, в каждой серии было по 15 выборок КИ (каждая выборка регистрировалась в покое (вида табл. 2) и тогда мы получали выборки значений  $k$  из 15 таблиц).

Таким образом, после расчета 15 матриц (вида табл. 2) для каждого испытуемого мы получали выборку из 15-ти чисел  $k$ . Всего было 15 чисел  $k$  для каждого испытуемого и в итоге мы получили 15 выборок чисел  $k$  для всей группы из 15-ти человек. Эти 15 выборок мы сравнили в рамках статистики.

Такое статистическое сравнение этих 15-ти выборок чисел  $k$  мы выполнили на основе расчета матрицы парных сравнений (выборок  $k$ ). Была рассчитана табл. 3, в которой представлены значения  $p_{i,j}$  критерия Ньюмана-Кейлса для выборок чисел  $k$ . Это число пар  $k_k$  для выборки КИ статистически устойчивы (см. табл. 3).

Таблица 3

Матрица парных сравнений выборок чисел  $k$  для 15-ти разных испытуемых (до нагрузки), представленных критерием Ньюмана-Кейлса для каждой  $i$ -й и  $j$ -й выборок  $k$  пары сравнений (критерий различий  $p < 0,05$ , число совпадений  $k_k = 98$ )

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,23	1,00	1,00
2	1,0		1,00	0,74	0,00	0,16	0,04	0,01	0,08	0,02	1,00	0,30	0,00	0,23	0,00
3	1,0	1,00		1,00	0,41	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,01	1,00	0,63
4	1,0	0,74	1,00		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,51	1,00	1,00
5	1,0	0,00	0,41	1,00		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
6	1,0	0,16	1,00	1,00	1,00		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
7	1,0	0,04	1,00	1,00	1,00	1,00		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
8	1,0	0,01	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
9	1,0	0,08	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10	1,0	0,02	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
11	1,0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		1,00	0,20	1,00	1,00
12	1,0	0,30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		1,00	1,00	1,00
13	0,2	0,00	0,01	0,51	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,20	1,00		1,00	1,00
14	1,0	0,23	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		1,00
15	1,0	0,00	0,63	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	

В этой табл. 3 мы показали, что матрицы парных сравнений выборок КИ генерируют числа  $k$  (пар выборок КИ,

которые статистически имеют общую генеральную совокупность), которые весьма малы. Обычно в таких табл. 2 (а их

мы получили несколько тысяч) числа  $k_2 \leq 15\%$  от всех 105-ти разных пар сравнения. Однако, сами эти числа  $k$  могут быть устойчивыми.

Именно это и доказала табл. 3, где число  $k_k \geq 95\%$  (во всех наших измерениях, в покое). Очевидно, что эти числа  $k$  (в табл. 2) могут быть критерием неизменности (или изменений) СТТ, т.к. при переходе в другое физиологическое (психическое) состояние числа  $k$  изменяются. Тогда расчет  $k$  мы предлагаем использовать как расчет инвариант для СТТ [20-28].

При этом, как мы сейчас доказали, что и расчет площади псевдоаттрактора (ПА) в фазовом пространстве состояний вектора  $x(t) = (x_1, x_2)^T$  в координатах  $x_i(t)$  – величина КИ (в мсек.) и  $x_2(t)$  – величина изменения

(приращение) для  $x_1(t)$  может быть инвариантом, тогда оказалось, что любой фазовый портрет выборки КИ всегда имеет границы в виде  $\Delta x_1 = x_{1max} - x_{1min}$  (величина вариационного размаха  $x_1(t)$ ) и  $\Delta x_2$  (вариационный размах для  $x_2(t)$ ).

В итоге, всегда фазовый портрет вектора  $x(t)$  ограничен прямоугольником со сторонами  $\Delta x_1$  и  $\Delta x_2$ . Площадь такого прямоугольника  $S = \Delta x_1 \cdot \Delta x_2$  обозначается как площадь псевдоаттракторов (ПА) и она является числовой характеристикой работы сердца любого человека. После 15-ти серий регистрации КИ мы рассчитали площади КИ для всех 225-ти выборок КИ и получили табл. 4. В этой табл. 4 дано сравнение 15-ти выборок для 225 площадей  $S$  для ПА (для 15-ти серий испытаний).

**Таблица 4**

**Матрица парных сравнений выборок  $S$  для псевдоаттракторов испытуемой ЕИР (без нагрузки, число повторов  $n=15$ ), использовался критерий Вилкоксона (критерий различий  $p < 0,05$ , число совпадений  $k_S=94$ )**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		0,16	0,64	0,57	0,05	0,95	0,78	0,13	0,82	0,65	1,00	0,17	0,11	0,09	0,14
2	0,16		0,05	0,10	0,65	0,19	0,31	0,57	0,46	0,50	0,13	0,82	0,83	0,88	0,95
3	0,64	0,05		0,65	0,03	0,78	0,46	0,02	0,61	0,61	0,86	0,05	0,03	0,02	0,13
4	0,57	0,10	0,65		0,04	0,73	0,57	0,05	0,25	0,91	0,57	0,07	0,02	0,03	0,09
5	0,05	0,65	0,03	0,04		0,19	0,23	0,59	0,23	0,16	0,13	0,43	0,78	0,46	0,65
6	0,95	0,19	0,78	0,73	0,19		0,17	0,03	0,50	0,95	0,95	0,28	0,10	0,11	0,21
7	0,78	0,31	0,46	0,57	0,23	0,17		0,09	0,65	0,95	0,82	0,21	0,08	0,16	0,28
8	0,13	0,57	0,02	0,05	0,59	0,03	0,09		0,11	0,36	0,08	0,46	0,53	0,23	1,00
9	0,82	0,46	0,61	0,25	0,23	0,50	0,65	0,11		0,92	0,86	0,86	0,50	0,50	0,57
10	0,65	0,50	0,61	0,91	0,16	0,95	0,95	0,36	0,92		0,86	0,50	0,09	0,50	0,61
11	1,00	0,13	0,86	0,57	0,13	0,95	0,82	0,08	0,86	0,86		0,43	0,08	0,24	0,21
12	0,17	0,82	0,05	0,07	0,43	0,28	0,21	0,46	0,86	0,50	0,43		0,73	0,65	0,73
13	0,11	0,83	0,03	0,02	0,78	0,10	0,08	0,53	0,50	0,09	0,08	0,73		0,78	0,95
14	0,09	0,88	0,02	0,03	0,46	0,11	0,16	0,23	0,50	0,50	0,24	0,65	0,78		0,61
15	0,14	0,95	0,13	0,09	0,65	0,21	0,28	1,00	0,57	0,61	0,21	0,73	0,95	0,61	

В итоге, мы получили 15 серий и в каждой серии мы имеем 15 значений  $S$  для ПА. Тогда такие 15 выборок  $S$  мы можем статистически сравнить и получить матрицу парных сравнений 15 выборок (в каждой выборке по 15 значений  $S$  для одного испытуемого, в покое). В табл. 4 мы представляем такую матрицу, где выборки  $S$ , в которых критерий Вилкоксона  $p_{i,j} \geq 0,05$ , число  $k$  (число пар весьма велико (если из сравнить с табл. 2 для самих КИ).

Очевидно, что выборки КИ статистически неустойчивы ( $k_2=10$ ) (см. табл. 2), а выборки площадей  $S$  для этих КИ

вполне статистически устойчивы ( $k_S$  в табл. 4 больше, чем 90). В итоге, мы можем говорить и о статистической устойчивости выборок площадей  $S$  для ПА (по параметрам КИ), что дает возможность считать площади  $S$  инвариантами для работы сердца). В неизменном состоянии организма человека площади  $S$  для ПА остаются статистически устойчивыми.

**Обсуждение.** После доказательства ЭЕЗ становится очевидным, что статистика не может описывать стационарные (неизменные) состояния биосистем (СТТ). Это доказывает гипотезу *W. Weaver* [36] и

отрицает дальнейшее использование статистики в изучении и описании любой биосистемы (у нас речь идет о параметрах организма человека (ТМГ, ТПГ, ЭМГ, КИ и т.д.)).

Таблицы 1 и 2 доказывают реальность неопределенности второго типа (ЭЕЗ), когда любая выборка  $x_i(t)$  для СТТ будет уникальной, ее невозможно произвольно статистически повторить [2-9, 15-29]. Подчеркнем, что до настоящего времени таких таблиц мы построили несколько тысяч и везде имеется ЭЕЗ (статистическая неустойчивость выборок СТТ).

Однако, в живой природе имеется и большое количество неопределенности первого типа. В этом случае статистика вообще не показывает различия между выборками (хотя биосистемы находятся в разных состояниях). Однако, методы ТХС четко доказывают различия, с СТТ происходят реальные изменения. Эти неопределенности первого и второго типов невозможно диагностировать (в рамках любых методов ДСН) [18-27].

В итоге, мы приходим к глобальной проблеме диагностики и разрешения (раскрытия) этих двух типов неопределенности. Возникает фундаментальная проблема всего естествознания: что такое покой и что такое изменение любой биосистемы (СТТ)? В этом и заключается глобальная *Complexity* (а также *Uncertainty* и *Unpredictability*) для любой биосистемы, ни *I.R. Prigogine* [35], ни *M. Gell-Mann* [30] в своих работах на тему, как и многие другие нобелевские лауреаты, не могли дать ответ на эти вопросы.

Раскрытие реальной *Complexity* (*Uncertainty* и *Unpredictability*) для СТТ производилось после открытия ЭЕЗ и создания ТХС для биосистем. Сейчас мы доказываем, что покой биосистемы регистрируется, если параметры псевдоаттракторов ( $S$  для ПА) или числа  $k$  (в матрицах парных сравнений выборок  $x_i(t)$ ) статистически сохраняются. Это доказывают табл. 3 и 4 в настоящей работе и в сотнях других наших работ на эту тему [2-15].

Таким образом, числа  $k$  и площади  $S$  для ПА могут быть инвариантами, статистически сохраняются, если биосистема не изменяется физиологически (психически, физически). Все это ( $k$  и  $S$ ) могут быть индикаторами реальных изменений СТТ, если с биосистемами что-то происходит.

Подчеркнем, что за эти 70 лет (после работы *W. Weaver* [36]) никто (кроме нас) не пытался проверить гипотезы этого гениального ученого (о том, что СТТ не объект ДСН, что нужна новая, третья наука и о том, что через 50 лет человечество познает тайны СТТ). Раскрытие *Complexity* для СТТ произошло на рубеже 20-го и 21-го веков, когда мы начали многократно регистрировать ТМГ, ТПГ, ЭМГ, ЭЭГ, КИ и т.д. и проверять выборки этих параметров организма на статистическую устойчивость. Оказалось, что любая выборка СТТ уникальна (нет прогноза будущего) [27-30].

**Выводы.** Открытие эффекта Еськова-Зинченко существенно изменило наши представления о биосистемах, доказало уникальность их выборок и гипотезы *W. Weaver*. Одновременно начала создаваться (20 лет назад) и новая ТХС, в которой были доказаны неопределенности первого и второго типов для любых биосистем. Живая природа не объект изучения в ДСН.

Однако, возникает глобальная неопределенность для СТТ при попытках идентификации стационарных состояний (неизменности) биосистем по регистрируемым выборкам  $x_i(t)$ . Эти выборки непрерывно и хаотически изменяются (неопределенность второго типа). Более того, имеется неопределенность и первого типа, когда статистика не показывает неизменность, а СТТ реально изменяется. В этих случаях все методы ДСН не работают и нужны новые инварианты.

Для выхода из этой *Complexity* (*Uncertainty* и *Unpredictability*) мы предлагаем рассчитывать числа  $k$  (в матрицах парных сравнений выборок (но это требует многих повторений) или рассчитывать площади  $S$  для ПА, что требует только одной (всего 15-ь

измерений) выборки любого параметра  $x_i(t)$  организма человека. Эти величины ( $k$  и  $S$  для ПА) могут быть инвариантами для СТТ. Они могут показывать покой (неизменность) СТТ или давать информацию о реальных неизменностях биосистемы.

### Литература

1. 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.
2. Галкин В.А., Еськов В.В., Гавриленко Т.В., Башкатова Ю.В. Имеется ли хаос в работе сердца? // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2021. – № 3. – С. 28-39. DOI: 10.12737/2306-174X-2021-24-32
3. Газя Г.В., Еськов В.В., Ерега И.Ф., Музиева М.И. Сравнительная характеристика действия промышленных электромагнитных полей на организм мужчин и женщин // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2021. – № 3. – С. 17-27. DOI: 10.12737/2306-174X-2021-15-23
4. Газя Г.В., Еськов В.В., Бодин О.Н., Веденеев В.В. Системный анализ параметров сердечно-сосудистой системы мужчин и женщин Югры // Вестник новых медицинских технологий. – 2021. – № 4. – С. 26-29. DOI: 10.24412/1609-2163-2021-4-26-29
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 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. Системный анализ и синтез в биомедицине // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. – 2021. – Т. 15, № 4. – С. 31-44. DOI: 10.12737/2306-174X-2022-26-34
10. Еськов В.В., Галкин В.А., Гавриленко Т.В., Филатова О.Е., Веденева Т.С. Понятие сложности у W. Weaver И I.R. Prigogine // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2021. – № 4. – С. 45-57. DOI: 10.12737/2306-174X-2022-35-44
11. Еськов В.В., Галкин В.А., Гавриленко Т.В., Юшкевич Д.П., ПоросиниН О.И. Моделирование неопределенностей в рамках компартментно-кластерной теории // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2021. – № 4. – С. 85-94. DOI: 10.12737/2306-174X-2022-61-72
12. Еськов В.В., Ивахно Н.В., Гриценко И.А., Мамина К.Е. Новое понятие системного синтеза в биомедицине и экологии человека // Вестник новых медицинских технологий. – 2021. – №4. – С. 118-122. DOI: 10.24412/1609-2163-2021-4-118-122
13. Еськов В.М., Галкин В.А., Филатова О.Е. Complexity: хаос гомеостатических систем / Под ред. Г.С. Розенберга. Самара: Изд-во ООО «Порто-принт», 2017. – 388 с.
14. Еськов В.М., Галкин В.А., Филатова О.Е. Конец определенности: хаос гомеостатических систем / Под ред. Хадарцева А.А., Розенберга Г.С. Тула: изд-во Тульское производственное полиграфическое объединение, 2017. – 596 с.
15. Еськов В.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.

16. Еськов В.М., Галкин В.А., Филатова О.Е. Великие проблемы Гинзбурга и биомедицинские науки // Вестник новых медицинских технологий. – 2021. – №2. – С. 115-120. DOI: 10.24412/1609-2163-2021-2-115-120.
17. Козупица Г.С., Еськов В.В. Complexity и системы третьего типа в социологии // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2021. – № 3. – С. 50-61. DOI: 10.12737/2306-174X-2021-42-52
18. 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.
19. 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
20. Филатова О.Е., Галкин В.А., Башкатова Ю.В., Шакирова Л.С. Новые возможности нейрокомпьютеров в биомедицине // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2021. – № 3. – С. 5-16. DOI: 10.12737/2306-174X-2021-5-14
21. Филатова О.Е., Мельникова Е.Г., Шакирова Л.С., Хвостов Д.Ю., Фадюшина С.И. Возрастная динамика нейровегетативного статуса приезжего населения Югры // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. – 2021. – Т. 15, № 3. – С. 107-112. DOI: 10.24412/2075-4094-2021-3-3-7
22. Хадарцев А.А., Еськов В.В., Башкатова Ю.В., Веденеев 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
23. 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. – № 1. – С. 75-77. DOI: 10.24412/1609-2163-2021-1-75-77
24. Eskov V.M., Pyatin V.F., Eskov V.V., Ilyashenko L.K. The heuristic work of the brain and artificial neural networks // Biophysics. – 2019. – Vol. 64(2). – Pp. 293-299.
25. Eskov V.V., Filatova D.Y., Ilyashenko L.K., Vochmina Y.V. Classification of uncertainties in modeling of complex biological systems // Moscow university physics bulletin. – 2019. – Vol. 74(1). – Pp. 57-63. DOI: 10.3103/S0027134919010089
26. Eskov V.V., Filatov M.A., Galkin V.A., Filatova O.E. New computational methods for investigation of the third type of systems // AIP Conference Proceedings. – 2021. – Vol. 2402. – P. 050017. DOI: 10.1063/5.0073431
27. Filatov M.A., Ilyashenko L.K., Kolosova A.I., Makeeva S.V. Stochastic and chaotic analysis of students' attention parameters of different ecological zones // Human Ecology. – 2019. – Vol. 7. – Pp. 11-16. DOI:10.33396/1728-0869-2019-7-11-16
28. Filatov M.A., Ilyashenko L.K., Makeeva S.V. Psychophysiological parameters of students before and after translatititude travels // Human Ecology. – 2019. – Vol. 4. – Pp. 18-24. DOI:10.33396/1728-0869-2019-4-18-24
29. 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
30. Gell-Mann M. Fundamental Sources of Unpredictability // Complexity. – 1997. – Vol. 3(1). – Pp. 13-19.
31. 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
32. Khadartseva K.A., Filatov M.A., Melnikova E.G. The problem of

- homogenous sampling of cardiovascular system parameters among migrants in the Russian North // *Human Ecology*. – 2020. – Vol. 7. – Pp. 27-31. DOI:10.33396/1728-0869-2020-7-27-31
33. Kolosova A.I., Filatov M.A., Maistrenko E.V., Ilyashenko L.K. An analysis of the attention indices in students from Surgut and Samara oblast from the standpoint of stochastics and chaos // *Biophysics*. – 2019. – Vol. 64(4). – Pp. 662-666. DOI:10.1134/S0006350919040067
  34. 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
  35. Prigogine I.R. *The End of Certainty: Time, Chaos, and the New Laws of Nature* (Free Press, 1996).
  36. Weaver W. *Science and Complexity* // *American Scientist*. – 1948. – Vol. 36. – Pp. 536-544.
- ### References
1. Galkin V.A., Es'kov V.V., Pyatin V.F., Kirasirova L.A., Kul'chitskii V.A. Sushchestvuet li stokhasticheskaya ustoichivost' vyborok v neironaukakh? [Is there stochastic stability of samples in neurosciences?] // *Novosti mediko-biologicheskikh nauk* [News of biomedical sciences]. – 2020. – T. 20, № 3. – S. 126-132.
  2. Galkin V.A., Es'kov V.V., Gavrilenko T.V., Bashkatova Yu.V. Imeetsya li khaos v rabote serdtsa? [Is there chaos in the work of the heart?] // *Slozhnost'. Razum. Postneklassika* [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2021. – № 3. – S. 28-39. DOI: 10.12737/2306-174X-2021-24-32
  3. Gazya G.V., Es'kov V.V., Erega I.F., Muzieva M.I. Sravnitel'naya kharakteristika deistviya promyshlennykh elektromagnitnykh polei na organizm muzhchin i zhenshchin [Comparative characteristics of the action of industrial electromagnetic fields on the body of men and women] // *Slozhnost'. Razum. Postneklassika* [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2021. – № 3. – S. 17-27. DOI: 10.12737/2306-174X-2021-15-23
  4. Gazya G.V., Es'kov V.V., Bodin O.N., Vedeneev V.V. Sistemnyi analiz parametrov serdechno-sosudistoi sistemy muzhchin i zhenshchin Yugry [System analysis of the parameters of the cardiovascular system of men and women of Ugra] // *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii* [Bulletin of new medical technologies]. – 2021. – № 4. – S. 26-29. DOI: 10.24412/1609-2163-2021-4-26-29
  5. Eskov V.V. *Matematicheskoe modelirovanie gomeostaza i evolyutsii complexity* [Mathematical modeling of homeostasis and evolution of complexity] / Tula: Publishing house of TulaSU, 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. – T. 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. Sistemnyi analiz i sintez v biomeditsine [System analysis and synthesis in biomedicine] // *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii. Elektronnoe izdanie* [Bulletin of new medical technologies. Electronic edition]. – 2021. – T. 15, № 4. – S. 31-44. DOI: 10.12737/2306-174X-2022-26-34

10. Es'kov V.V., Galkin V.A., Gavrilenko T.V., Filatova O.E., Vedeneeva T.S. Ponyatie slozhnosti u W. Weaver I.R. Prigogine [The concept of complexity in W. Weaver and I.R. Prigogine] // Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2021. – № 4. – S. 45-57. DOI: 10.12737/2306-174X-2022-35-44
11. Es'kov V.V., Galkin V.A., Gavrilenko T.V., Yushkevich D.P., Porosini N.O.I. Modelirovanie neopredelennosti v ramkakh kompartmentno-klasternoi teorii [Uncertainty Modeling in the Framework of the Compartment-Cluster Theory] // Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2021. – № 4. – S. 85-94. DOI: 10.12737/2306-174X-2022-61-72
12. Es'kov V.V., Ivakhno N.V., Gritsenko I.A., Mamina K.E. Novoe ponyatie sistemnogo sinteza v biomeditsine i ekologii cheloveka [New concept of system synthesis in biomedicine and human ecology] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii [Bulletin of new medical technologies]. – 2021. – №4. – S. 118-122. DOI: 10.24412/1609-2163-2021-4-118-122
13. 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.
14. 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.
15. 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.
16. Es'kov 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. – T. 28, №2. – S. 115-120. DOI: 10.24412/1609-2163-2021-2-115-120.
17. Kozupitsa G.S., Es'kov V.V. Complexity i sistemy tret'ego tipa v sotsiologii [Complexity and systems of the third type in sociology] // Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2021. – № 3. – S. 50-61. DOI: 10.12737/2306-174X-2021-42-52
18. Pyatin V.F., Eskov V.V., Filatova O.E., 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. – T. 28, No. 1. – S. 21-27.
19. Filatova O.E., Es'kov V.V., Galkin V.A., Filatov M.A., Fauzitdinova K.A. Klassifikatsiya neopredelennosti 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
20. Filatova O.E., Galkin V.A., Bashkatova Yu.V., Shakirova L.S. Novye vozmozhnosti neurokomp'yuterov v biomeditsine [New possibilities of neurocomputers in biomedicine] // Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2021. – № 3. – S. 5-16. DOI: 10.12737/2306-174X-2021-5-14
21. Filatova O.E., Mel'nikova E.G., Shakirova L.S., Khvostov D.Yu., Fadyushina S.I. Vozrastnaya dinamika neurovegetativnogo statusa prieszhego naseleniya Yugry [Age dynamics of the neurovegetative status of the visiting population of Ugra] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii. Elektronnoe izdanie [Bulletin of new medical technologies. Electronic edition]. – 2021. – T.15, № 3. – S. 107-112. DOI: 10.24412/2075-4094-2021-3-3-7
22. 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. – S. 31-47. DOI: 10.12737/2306-174X-2021-35-47
23. Chempalova L.S., Yakhno T.A., Manina E.A., Ignatenko A.P., Orazbaeva Zh.A. Gipoteza W. Weaver pri izuchenii proizvol'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
24. Eskov V.M., Pyatin V.F., Eskov V.V., Ilyashenko L.K. The heuristic work of the brain and artificial neural networks // Biophysics. – 2019. – Vol. 64(2). – Pp. 293-299.
25. Eskov V.V., Filatova D.Y., Ilyashenko L.K., Vochmina Y.V. Classification of uncertainties in modeling of complex biological systems // Moscow university physics bulletin. – 2019. – Vol. 74(1). – Pp. 57-63. DOI: 10.3103/S0027134919010089
26. Eskov V.V., Filatov M.A., Galkin V.A., Filatova O.E. New computational methods for investigation of the third type of systems // AIP Conference Proceedings. – 2021. – Vol. 2402. – P. 050017. DOI: 10.1063/5.0073431
27. Filatov M.A., Ilyashenko L.K., Kolosova A.I., Makeeva S.V. Stochastic and chaotic analysis of students' attention parameters of different ecological zones // Human Ecology. – 2019. – Vol. 7. – Pp. 11-16. DOI:10.33396/1728-0869-2019-7-11-16
28. Filatov M.A., Ilyashenko L.K., Makeeva S.V. Psychophysiological parameters of students before and after translatitude travels // Human Ecology. – 2019. – Vol. 4. – Pp. 18-24. DOI:10.33396/1728-0869-2019-4-18-24
29. 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
30. Gell-Mann M. Fundamental Sources of Unpredictability // Complexity. – 1997. – Vol. 3(1). – Pp. 13-19.
31. 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
32. Khadartseva K.A., Filatov M.A., Melnikova E.G. The problem of homogenous sampling of cardiovascular system parameters among migrants in the Russian North // Human Ecology. – 2020. – Vol. 7. – Pp. 27-31. DOI:10.33396/1728-0869-2020-7-27-31
33. Kolosova A.I., Filatov M.A., Maistrenko E.V., Ilyashenko L.K. An analysis of the attention indices in students from Surgut and Samara oblast from the standpoint of stochastics and chaos // Biophysics. – 2019. – Vol. 64(4). – Pp. 662-666. DOI:10.1134/S0006350919040067
34. 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
35. Prigogine I.R. The End of Certainty: Time, Chaos, and the New Laws of Nature (Free Press, 1996).
36. Weaver W. Science and Complexity // American Scientist. – 1948. – Vol. 36. – Pp. 536-544.