

III. МАТЕМАТИКА В ОПИСАНИИ ХАОСА И СИНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

DOI: 10.12737/2306-174X-2021-59-68

КЛАССИФИКАЦИЯ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЕЙ В МЕДИЦИНЕ

О.Е. ФИЛАТОВА¹, В.В. ЕСЬКОВ², В.А. ГАЛКИН¹,
М.А. ФИЛАТОВ², К.А. ФАУЗИТДИНОВА²

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

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

Аннотация. В квантовой физике имеется принцип неопределенности Гейзенберга, например для координаты x_1 и ее импульса $x_2=mv$. Возникает закономерный вопрос: могут ли существовать неопределенности в биокibernетике при изучении биосистем? Данная статья доказывает такую возможность и представляет классификацию типов неопределенности. Неопределенность 2-го типа является определенным аналогом принципа Гейзенберга и она имеет всеобщий характер для биосистем. Неопределенность 1-го типа возникает в тех случаях, когда статистика показывает отсутствие различий между выборками. Новые методы на основе теории хаоса-самоорганизации представляют различие между выборками и позволяют решить задачи системного синтеза – нахождение главных диагностических признаков.

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

IDENTIFICATION OF UNCERTAINTIES IN MEDICINE

О.Е. FILATOVA¹, V.V. ESKOV², V.A. GALKIN¹, M.A. FILATOV², K.A. FAUZITDINOVA²

¹Federal research center for scientific research institute of system research of the Russian Academy of Sciences, Special division in Surgut, Bazovaya Str. 34, Surgut, 628400, Russia

²Surgut State University, Lenina pr., 1, Surgut, Russia, 628400

Abstract. There is specially uncertainty principle in quantum mechanics Heisenberg principle for coordinate x_1 (moving parameter) and $x_2=dx_1/dt$. Are the possibility for special uncertainty for biocybernetics if we describe biosystems? The article presents such possibility and presents the uncertainty classification. The uncertainty of the second type is analog of Heisenberg uncertainty and the uncertainty is global for all biosystems. The uncertainty of the first type is appeared when statistics did not presents the distinguishes between samples. New methods of chaos-selforganization theory present the distinguishes between such samples. It present the solution of famous task of systems synthesis – the election of main parameters (orders parameters) between many others parameters.

Keywords: uncertainty, chaos, Eskov-Zinchenko effect.

Введение. Трое выдающихся ученых 20-го века высказывали сомнения в аспекте дальнейшего применения методов и моделей детерминистской и стохастической науки (ДСН) в изучении и описании живых систем. Н.А. Бернштейн, выдающийся биомеханик 20-го века, высказал гипотезу о «повторении без повторений» [16] в организации любого вида движений.

Через год один из основоположников теории информации W. Weaver прямо

вывел системы третьего типа – СТТ (живые системы) за пределы ДСН [24]. Несколько позже основоположник *Fuzziness* L.A. Zadeh [25] также высказал сомнения в дальнейшем использовании ДСН в описании биосистем. Все эти трое ученых были лидерами новых направлений ряда наук о СТТ, но их работы все эти годы игнорировались.

Причины такой ситуации для нас остаются загадкой, но 20 лет назад, как и предсказывал W. Weaver, мы проверили их

гипотезы и доказали статистическую неустойчивость выборок любых параметров $x_i(t)$ любой сложной биосистемы. Это начинается с параметров функций организма человека. Например, с параметров поведения нервно-мышечной системы (НМС), сердечно-сосудистой системы (ССС) и нейросетей мозга (НСМ) любого человека, проживающего на планете Земля.

В итоге, был доказан эффект Еськова-Зинченко (ЭЗ) в виде уникальности любой выборки параметров НМС, СССР, НСМ и других функций организма человека [1-11]. ЭЗ заложил основы новой науки – теории хаоса-самоорганизации (ТХС), которая по теореме К. Gödel является действительно новой (третьей после ДСН) наукой, о которой говорил W. Weaver в 1948 году. ТХС использует новые понятия и модели [12-15].

1. Почему ТХС – это новая, третья наука?

В 1947 году Н.А. Бернштейн предложил гипотезу о «повторении без повторений в биомеханике» [16]. Он доказал наличие как минимум пяти систем организации движений (системы A, B, C, D, E) и высказал гипотезу об их хаотическом включении (и выключении) при организации любого вида движений. Фактически, впервые в науке была высказана гипотеза о хаосе в поведении живых систем. Через год W. Weaver прямо указал на отсутствие возможности описывать системы третьего типа (СТТ) – живые системы в рамках детерминистской или стохастической науки (ДСН) [24].

Оба этих ученых впервые в истории человечества предположили особое поведение живых систем, которые могут не быть объектом ДСН. Однако это было только гипотезами. Все это требовало строгих доказательств, что тогда не было реализовано.

Эти доказательства были предложены нами на рубеже 20-го и 21-го веков, как и предполагал W. Weaver в своей гениальной статье «*Science and Complexity*» [24]. Для этого мы соединили гипотезу W. Weaver (СТТ – это не объект ДСН) и гипотезу Н.А. Бернштейна (о «повторении без

повторений») в нечто целое. При этом мы следовали логике W. Weaver, который говорил, что системы второго типа (СВТ) невозможно описывать одной точкой. Для описания СВТ (*Disorganized Complexity*) нужно работать с выборками точек [24].

Здесь уже появляется первая *Complexity*, т.к. в детерминизме конечное состояние системы $x(t_f)$ можно повторить многократно и точно. А для СВТ это уже невозможно. Нужно повторять опыты (с неизменными начальными параметрами $x(t_0)$) и получать выборки $x(t_f)$ в фазовом пространстве состояний (ФПС) вектора состояния системы $x=x(t)=(x_1, x_2, \dots, x_m)^T$. Выборки $x(t_f)$ могут статистически повторяться, если мы не изменяем состояние СВТ. Это было догмой в ДСН (и по сей день тоже). Следуя логике W. Weaver, человечество живет в иллюзии стохастичности мира живых систем [24], т.е. СТТ.

Двадцать лет назад мы пошли дальше и соединили гипотезы Н.А. Бернштейна и W. Weaver. Мы проверили тезис: может ли одна выборка описывать СТТ (живые системы), если эти системы не изменяются? Существует ли стабильность любых выборок $x_i(t_f)$ любого параметра $x_i(t)$ биосистемы в ФПС? Фактически, мы тогда доказали: как одна точка $x(t_f)$ не может описывать СВТ, так и одна выборка $x(t_f)$ не описывает СТТ [1-11, 17-23].

Оказалось, что если много раз повторять измерения выборок $x(t_f)$ одной и той же величины (параметра $x_i(t)$ СТТ), то эти выборки статистически не совпадают. Вероятность статистического совпадения двух соседних выборок для треморограмм (ТМГ) $p_{j,j+1} \leq 0,01$, для теппинграмм (ТПГ), кардиоинтервалов (КИ), электромиограмм (ЭМГ) $p_{j,j+1} \leq 0,1$. Только для электроэнцефалограмм (ЭЭГ) $p_{j,j+1} \leq 0,3$ [26, 27].

Все это очень малые величины для статистики, т.к. обычно доверительную вероятность β в биомедицине выбирают $\beta \geq 0,95$ (и более). А у нас все наоборот, в 99% (для ТМГ, например) выборки статистически не совпадают. Фактически, речь идет об отсутствии статистической устойчивости выборок любых параметров

$x_i(t)$ биосистем. Если 15 раз подряд зарегистрировать по 5 минут выборки КИ у одного и того же испытуемого (в его

неизменном физиологическом состоянии) и затем эти 15 (якобы одинаковых) выборок попарно сравнить, то мы получим табл. 1.

Таблица 1

Матрица парного сравнения выборок кардиоинтервалов (КИ) одного и того же человека (без нагрузки, число повторов $n=15$), использовался критерий Вилкоксона (критерий совпадения $p_{ij} \geq 0,05$, 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		0,01	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	0,01		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		0,73	0,79	0,02	0,02	0,34	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,73		0,52	0,00	0,01	0,45	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,79	0,52		0,00	0,00	0,67	0,32	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00		0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,11		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,34	0,45	0,67	0,00	0,00		0,05	0,00	0,00	0,00	0,00
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,02	0,32	0,00	0,00	0,05		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		0,01	0,00
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01		0,06
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	0,06	

В этой табл. 1 (это одна из многих сотен ей подобных, которые мы рассчитали для отдельных испытуемых в режиме 15-ти повторных регистраций (КИ)) мы представили критерии Вилкоксона p_{ij} . Здесь i и j – это номера выборок КИ, они разные ($i \neq j$). Очевидно, что в таких матрицах имеются 105 разных пар сравнения. Однако число k пар выборок КИ, для которых $p_{i,j} \geq 0,05$ (эти две выборки могут иметь одну, общую генеральную совокупность) весьма мало [17-23].

В табл. 1 $k=10$, что гораздо меньше 95%, как это требует статистика в подобных случаях (не менее 95% из 100% должны совпадать). В наших исследованиях обычно более 85% пар выборок ТМГ, ТПГ, ЭМГ, КИ статистически не совпадают. Это доказывает отсутствие статистической устойчивости выборок $x_i(t)$ для СТТ и сейчас нами обозначается как эффект Еськова-Зинченко (ЭЗ) [26, 27].

Отсутствие статистической устойчивости выборок $x_i(t)$ в новой теории хаоса-самоорганизации (ТХС) обозначается как неопределенность 2-го типа. В этом случае биосистема находится в якобы неизменном физическом и физиологическом состоянии, а реально мы

имеем статистический хаос (непрерывный калейдоскоп выборок) [1-11].

В этом случае мы не можем выдать прогноз на следующую выборку $x_i(t)$, которая получена на интервале Δt_2 , если нам известно состояние СТТ на Δt_1 . Прошлое не определяет будущее состояние СТТ. Отметим, что Европейская ассоциация кардиологов считает, что регистрация КИ за 5 минут достоверно характеризует состояние сердечно-сосудистой системы (ССС) человека. В этом глубоко уверены все врачи мира (статистика работает).

Однако, это является глубоким заблуждением. Одна выборка КИ, которая получается на интервале Δt_1 , не может описывать ССС. Она имеет уникальный характер. На следующем интервале Δt_2 мы получим другую выборку и ее другие характеристики (другое статистическое среднее $\langle x \rangle$, другую статистическую дисперсию D_x^* , другую спектральную плотность сигнала (СПС), другую автокорреляцию (АК) и т.д.) [17-23].

Статистическое повторение для СТТ (живых систем) невозможно в принципе и это называется в ТХС неопределенностью 2-го типа. В ТХС существует и неопределенность 1-го типа, которая тоже

выходит за рамки ДСН [1-11]. Отметим, что в ДСН нет никаких неопределенностей для биосистем, кроме неопределенности Гейзенберга (в квантовой механике), но она связана с вероятностью p , что в ТХС невозможно (любая выборка $x_i(t)$ будет уникальной) [17-23].

2. Неопределенность 1-го типа дает инверсию понятий в ТХС.

Отметим, что неопределенность 2-го типа имеет глобальный характер. Нет никакой биосистемы, у которой бы мы не наблюдали статистическую неустойчивость ее параметров. Подчеркнем, что речь идет о целом организме человека и о его функциях, которые показывают статистическую неустойчивость выборок [8-15].

Неопределенность 2-го типа глобальна и она требует многократных повторений выборок параметров СТТ и их статистических сравнений. Иными словами, в этом случае мы соединяем гипотезу *W. Weaver* (СТТ – не объект ДСН) и гипотезу *Н.А. Бернштейна* (о «повторении без повторений»). В рамках ТХС мы вводим и первый тип неопределенности (НПТ), который также выходит за рамки ДСН. Этот первый тип неопределенности иным образом (чем неопределенность второго типа – НВТ) выходит за рамки ДСН и он расширяет границы ТХС [4, 15, 17, 21].

Сейчас мы можем уверенно говорить, что неопределенности первого и второго типов существенно изменяют наши представления о покое и изменении СТТ (живых систем). Там, где ДСН показывает неизменность (покой СТТ), в ТХС мы имеем существенные изменения (НПТ) параметров вектора состояния биосистемы ($x(t)$). Наоборот, там, где мы имеем с позиции ДСН непрерывный хаос, то в рамках ТХС мы можем говорить о покое СТТ (это НВТ). Такая строгая инверсия понятий покоя и движений для СТТ согласуется с теоремой *K. Gödel* [1-11].

Действительно, для неопределенности второго типа (НВТ) мы говорим об отсутствии покоя (СТТ реально изменяется в рамках ДСН, но с позиций ТХС мы имеем неизменность в движении вектора

состояния СТТ $x(t)$ в m -мерном ФПС). Для неопределенности первого типа (НПТ) все происходит наоборот [18-25]. С позиции стохастики с биосистемой якобы ничего не происходит (она в покое, в неизменном состоянии), а с позиции ТХС мы имеем существенные изменения параметров СТТ. Здесь уже (для НПТ) мы имеем вымышленный (иллюзорный) покой.

Реально СТТ сильно изменяется и методы ТХС это четко показывают. Например, в первом и во втором (два состояния сравниваются) состоянии существенно изменяются выборки функций организма человека, но статистика показывает якобы отсутствие статистических различий. Рассмотрим это на конкретном примере (см. табл. 2). Обследовались четыре группы женщин (работниц нефтегазовой сферы Югры), которые длительно проживали на Севере России.

Первая группа женщин были в возрасте до 35 лет (без воздействия слабыми промышленными электромагнитными полями – СП ЭМП), вторая группа – старше 35 лет (без воздействия СП ЭМП). Третья и четвертая группы тоже были соответственно до 37 лет и старше 37 лет (четвертая группа), но с воздействием СП ЭМП. В итоге мы зарегистрировали у этих 100 человек (каждая группа содержала по 25 человек) 6 параметров $x_i(t)$ состояния сердечно-сосудистой системы (ССС).

Следует отметить, что в научной литературе многократно подчеркивалось отсутствие регистрации изменения параметров ССС в условиях действия СП ЭМП. Эти эффекты действия СП ЭМП очень слабы и их сложно зарегистрировать в рамках статистики. В нашем случае это так же наблюдается в виде неопределенности первого типа. В табл. 2 мы представляем результаты попарного сравнения выборок (по 25 значений в каждой выборке) всех шести параметров для этих четырех групп по критерию Манна-Уитни.

В табл. 2 мы представили следующие параметры ССС: x_1 – КИ – значение кардиоинтервалов, мсек.; x_2 – *SIM* – параметр состояния симпатической

вегетативной нервной системы (ВНС), у.е.; x_3 – *PAR* – параметр состояния парасимпатической вегетативной нервной системы, у.е.; x_4 – *SSS* – частота сердечных сокращений, уд/мин., x_5 – *SDNN*– стандарт

отклонения полного массива кардиоинтервалов, мсек.; x_6 – *IBN* – индекс напряжения регуляторных систем по Р.М. Баевскому, у.е.

Таблица 2

Результаты попарного сравнения средних значений рангов допустимого уровня значимости параметров variability сердечного ритма обследованных 1-4 групп с помощью непараметрического U критерия Манна-Уитни

Параметр	Величины критерия p при попарном сравнении					
	1-2	1-3	1-4	2-3	2-4	3-4
CI	0,308	0,072	0,620	0,018*	0,090	0,171
SIM	0,052	0,045*	0,000*	0,778	0,001*	0,005*
PAR	0,304	0,793	0,000*	0,516	0,003*	0,001*
SSS	0,352	0,109	0,749	0,023*	0,224	0,202
SDNN	0,084	0,050	0,000*	0,655	0,037	0,108
IBN	0,107	0,084	0,000*	0,808	0,001*	0,007*

Примечания: 1 – женщины до 35 лет без воздействия источников ЭМП; 2 – женщины после 35 лет без воздействия источников ЭМП; 3 – женщины до 35 лет под воздействием источников ЭМП; 4 – женщины после 35 лет под воздействием источников ЭМП; p – достигнутый уровень значимости (при критическом уровне $p < 0,05$); * - группы p статистически принадлежат к разным генеральным совокупностям.

Очевидно, что многие пары сравнения медиан для выборок этих 6-ти параметров показывают критерий Манна-Уитни $p_{ij} \geq 0,05$. Это означает, что эти две выборки медиан $x_i(t)$ могут иметь общую генеральную совокупность (они статистически совпадают). Это показывает неопределенность первого типа: на человека действует СП ЭМП, меняется его возраст, а статистика не дает различия между группами. В этом случае мы используем искусственные нейросети (ИНС) в двух особых режимах [7-15, 26, 27].

В итоге мы получали по несколько тысяч значений весов диагностических признаков $x_i(t)$. Эти веса W_i можно в итоге ранжировать в рамках статистики. В этом

случае мы выделяем в таких выборках главные диагностические признаки $x_i^*(t)$, которые образуют параметры порядка. Это в итоге является решением задачи системного синтеза.

Для примера мы представляем табл. 3, в которой мы выполнили сравнения трех групп (1-2, 1-3 и 2-3) по всем шести диагностическим признакам $x_i(t)$. Подчеркнем, что пара состояний 1-2 вообще не показывает статистических различий по всем шести параметрам $x_i(t)$. Фактически, это означает отсутствие любых статистических различий между старшей возрастной группой (группа вторая) без СП ЭМП и третьей (младшей) возрастной группой (СП ЭМП).

Таблица 3

Результаты статистической обработки значений весов w_i после 50-ти итераций, выборки $x_i(t)$ для групп сравнения 1-2, 1-3, 2-3

Группы сравнения	w_i	CI	SIM	PAR	SSS	SDNN	IBN
1-2	$M \pm \sigma$	0,514±0,233	0,776±0,233	0,610±0,247	0,581±0,232	0,546±0,242	0,716±0,266
1-3	$M \pm \sigma$	0,527±0,250	0,719±0,267	0,512±0,254	0,447±0,238	0,632±0,250	0,692±0,262
2-3	$M \pm \sigma$	0,797±0,247	0,640±0,248	0,521±0,231	0,795±0,207	0,565±0,269	0,538±0,228

С биологической точки зрения можно говорить, что СП ЭМП обеспечила такое же изменение ССС, как и возраст (у второй группы при сравнении ее с третьей). Можно говорить о раннем старении лиц с СП ЭМП по параметрам ССС. Это еще

более сильно проявляется на четвертой группе, которая отличается от всех остальных групп.

Существенно, что все три пары сравнения (1-2, 1-3 и 2-3) очень слабо различаются с позиций статистики (см.

табл. 2). Однако, в рамках применения ИНС мы сразу получаем существенные различия при таких сравнениях (см. табл. 3). Все эти пары ИНС строго различают. Эти режимы работы ИНС следуют из ТХС, в которой мы многократно повторяем регистрацию выборок. При этом мы регистрируем статистический хаос параметров этих выборок. Иными словами, мы заставили многократно реверберировать ИНС и при этом задавать каждый раз хаотические параметры этих ИНС [11-15, 26, 27].

Таким образом, неопределенность второго типа (НВТ) существенно проявляется, если мы многократно повторяем регистрацию выборок, а затем эти выборки сравниваем в виде матриц (см. табл. 1). Неопределенность первого типа проявляется при многократных повторах настройки ИНС. При этом на каждом этапе такой настройки мы задаем хаос в начальных параметрах весов W_{i0} признаков $x_i(t)$. Хаос и многократные повторы настройки разрешают НПТ (мы различаем все выборки) [17-23, 26, 27].

Обсуждение. В настоящее время во всей современной науке существует принцип неопределенности Гейзенберга (например, для координаты $x_i(t)$ и ее импульса $x_2 = m \cdot dx_1/dt$). Во всех науках о живых системах такой принцип отсутствует. Вся биомедицина, психология, экология (и т.д.) работают в рамках стохастики. Считается, что детерминистская и стохастическая наука (ДСН) вполне адекватно описывает состояние биосистем.

После проверки гипотезы Н.А. Бернштейна (о «повторении без повторений») и гипотезы W. Weaver (СТТ – не объект ДСН) мы показали неизбежность выхода СТТ за пределы ДСН. В 1948 году W. Weaver так и писал о СТТ: «*These new problems, moreover, cannot be handled with the statistical techniques so effective in describing behavior in problems of disorganized complexity. These new problems, and the future of the world depends on many of them, requires science to make a third great advance an advance that must be even greater than the nineteenth-century conquest of*

problems of simplicity or the twentieth-century victory over problems of disorganized complexity. Science must, over the next 50 years, learn to deal with these problems of organized complexity» [24].

За последние 20 лет, как это и прогнозировал W. Weaver мы доказали правоту этих трех ученых (L.A. Zadeh тоже писал [25]: «*I began to feel that complex systems cannot be dealt with effectively by the use of conventional approaches largely because the description languages based on classical mathematics are not sufficiently expressive to serve as a means of characterization of input – output relations in on environment of imprecision, uncertainty and completeness of information*»). В итоге мы доказали реальность двух типов неопределенностей для биосистем. Они (СТТ) не могут быть объектом ДСН.

Существенно, что НВТ является глобальной неопределенностью. Она присуща всем биосистемам. Это доказывает, что СТТ не могут быть объектом ДСН. Любая выборка параметра СТТ является уникальной. Ее нельзя повторить произвольно, т.к. вероятность p такого повтора крайне мала (обычно $p \leq 0,1$) [1-11].

Однако СТТ демонстрируют и НПТ. В этом случае статистика показывает отсутствие статистических различий между выборками, но ТХС их демонстрирует. Например, использование ИНС в двух новых режимах (хаос и реверберации) приводит к четкому разделению состояний биосистемы. При этом мы можем решать задачу системного синтеза. ИНС после многих итераций настройки показывает главные диагностические признаки (параметры порядка) [19, 26, 27].

Выводы. Многочисленные опыты с биосистемами (в режиме многих повторных регистраций выборок $x_i(t)$) показали реальность неопределенности второго типа. В этом случае статистика показывает непрерывное изменение статистических характеристик выборок от одного человека (или от одной группы). При этом физиологически с испытуемым ничего не происходит. W. Weaver был прав: СТТ не могут быть объектом ДСН.

НВТ глобальна и она требует разработки новых критериев оценки неизменности (покоя) СТТ. Это сейчас разрабатывается в ТХС. Однако, довольно часто мы регистрируем и неопределенность первого типа. В этом случае НПТ демонстрирует отсутствие различий между выборками с позиций стохастики. В рамках ТХС мы реально регистрируем эти различия. Более того, ТХС позволяет решить задачу системного синтеза (найти параметры порядка).

В целом, мы сейчас наблюдаем инверсию понятий покоя и изменения (движения $x(t)$ в ФПС). С позиции ДСН любая СТТ может находиться в покое (статистически без изменений), но реально СТТ хаотически изменяется (НВТ) и наоборот, при НПТ СТТ статистически не изменяется, но ТХС показывает изменения.

Публикация выполнена в рамках государственного задания ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН (Проведение фундаментальных научных исследований (47 ГП) по теме № 0065-2019-0007 "36.20 Развитие методов математического моделирования распределенных систем и соответствующих методов вычисления." (№АААА-А19-119011590093-3).

Литература

1. 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. – Т. 28, №1. – С. 60-63. DOI: 10.24412/1609-2163-2021-1-60-63.
2. Еськов В.В. Математическое моделирование гомеостаза и эволюции *complexity*: монография. Тула: Издательство ТулГУ, 2016. – 307 с.
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. Еськов В.В., Пятин В.Ф., Прохоров С.А., Ерега И.Р., Игнатенко Ю.С. Границы современного понятия гомеостаза и гомеостатических систем // Вестник новых медицинских технологий. – 2020. – Т. 27, № 2. – С. 125-132. DOI: 10.24411/1609-2163-2020-16669
7. 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.
8. 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.
9. 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.
10. 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
11. 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

12. 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.
13. 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.
14. 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
15. 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
16. Bernstein N.A. The coordination and regulation of movements // Oxford, New York, Pergamon Press. – 1967. – 196 p.
17. Eskov V.M., Eskov V.V., Filatova O.E. Characteristic features of measurements and modeling for biosystems in phase spaces of states // Measurement techniques. – 2011. – Vol. 53(12). – Pp. 1404-1410. DOI: 10.1007/S11018-011-9673-4
18. Eskov V.M., Kulaev S.V., Popov Yu.M., Filatova O.E. Computer technologies in stability measurements on stationary states in dynamic biological systems // Measurement techniques. – 2006. – Vol. 49(1). – Pp. 59-65. DOI: 10.1007/S11018-006-0063-2
19. 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
20. 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
21. Filatova D.Yu., Bashkatova Yu.V., Filatov M.A., Ilyashenko L.K. Parameter evaluation of cardiovascular system in schoolchildren under the conditions of latitudinal displacement // Human ecology. – 2018. – Vol. 4. – Pp. 30-35. DOI:10.33396/1728-0869-2018-4-30-35
22. 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
23. 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
24. Weaver W. Science and Complexity // American Scientist. – 1948. – Vol. 36. – Pp. 536-544.
25. Zadeh L.A. Autobiographical Note 1. Undated two-pages type -written manuscript, written after. – 1978.
26. Zilov V.G., Khadartsev A.A., Eskov V.V., Ilyashenko L.K., Kitanina K.Yu. Examination of statistical instability of electroencephalograms // Bulletin of experimental biology and medicine. – 2019. – Vol. 168(7). – Pp. 5-9. DOI: 10.1007/s10517-019-04633-7
27. Zilov V.G., Khadartsev A.A., Ilyashenko L.K., Eskov V.V., Mینenko I.A. Experimental analysis of the chaotic dynamics of muscle biopotentials under various static loads // Bulletin of experimental biology and medicine. – 2018. – Vol. 165(4). – Pp. 415-418. DOI: 10.1007/s10517-018-4183-x

References

1. 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. – T. 28, No. 1. – S. 60-63. DOI: 10.24412 / 1609-2163-2021-1-60-63.
2. 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.
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. Eskov V.V., Pyatin V.F., Prokhorov S.A., Erege I.R., Ignatenko Yu.S. Granitsy sovremennogo ponyatiya gomeostaza i gomeostaticeskikh sistem [The boundaries of the modern concept of homeostasis and homeostatic systems] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii [Bulletin of new medical technologies]. – 2020. – T. 27, No. 2. – S.125-132. DOI: 10.24411 / 1609-2163-2020-16669
7. 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.
8. 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.
9. 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.
10. Eskov V.M., Pyatin V.F., Eskov V.V., Miller A.V., Vedeneev V.V. Sushchestvuyut li otlichiya mezhdru 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. – T. 27, No. 3. – S. 88-91. DOI: 10.24411 / 1609-2163-2020-16688
11. 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. – T. 27, No. 4. – S. 115-118. DOI: 10.24411 / 1609-2163-2020-16782
12. 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. – T. 28, No. 2. – S. 115-120. DOI: 10.24412 / 1609-2163-2021-2-115-120.
13. 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. – С. 21-27.
14. 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. – С. 116-119. DOI: 10.24411 / 1609-2163-2020-16667
 15. 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. – Т. 28, No. 1. – С. 75-77. DOI: 10.24412 / 1609-2163-2021-1-75-77
 16. Bernstein N.A. The coordination and regulation of movements // Oxford, New York, Pergamon Press. – 1967. – 196 p.
 17. Eskov V.M., Eskov V.V., Filatova O.E. Characteristic features of measurements and modeling for biosystems in phase spaces of states // Measurement techniques. – 2011. – Vol. 53(12). – Pp. 1404-1410. DOI: 10.1007/S11018-011-9673-4
 18. Eskov V.M., Kulaev S.V., Popov Yu.M., Filatova O.E. Computer technologies in stability measurements on stationary states in dynamic biological systems // Measurement techniques. – 2006. – Vol. 49(1). – Pp. 59-65. DOI: 10.1007/S11018-006-0063-2
 19. 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
 20. 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
 21. Filatova D.Yu., Bashkatova Yu.V., Filatov M.A., Ilyashenko L.K. Parameter evaluation of cardiovascular system in schoolchildren under the conditions of latitudinal displacement // Human ecology. – 2018. – Vol. 4. – Pp. 30-35. DOI:10.33396/1728-0869-2018-4-30-35
 22. 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
 23. 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
 24. Weaver W. Science and Complexity // American Scientist. – 1948. – Vol. 36. – Pp. 536-544.
 25. Zadeh L.A. Autobiographical Note 1. Undated two-pages type -written manuscript, written after. – 1978.
 26. Zilov V.G., Khadartsev A.A., Eskov V.V., Ilyashenko L.K., Kitanina K.Yu. Examination of statistical instability of electroencephalograms // Bulletin of experimental biology and medicine. – 2019. – Vol. 168(7). – Pp. 5-9. DOI: 10.1007/s10517-019-04633-7
 27. Zilov V.G., Khadartsev A.A., Ilyashenko L.K., Eskov V.V., Minenko I.A. Experimental analysis of the chaotic dynamics of muscle biopotentials under various static loads // Bulletin of experimental biology and medicine. – 2018. – Vol. 165(4). – Pp. 415-418. DOI: 10.1007/s10517-018-4183-x