

I. БИОМЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ И СИНЕРГЕТИКА

DOI: 10.12737/2306-174X-2025-4-5-15

РОЛЬ СОЗНАНИЯ В ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОЛЬНЫХ И НЕПРОИЗВОЛЬНЫХ ДВИЖЕНИЙ

В.В. ЕСЬКОВ, Л.С. ШАКИРОВА, Л.М. БИКМУХАМЕТОВА, А.С. РАХИМОВА

БУ ВО «Сургутский государственный университет», ул. Ленина, 1, Сургут, Россия, 628400

Аннотация. В целом ряде наших работ было показано, что параметры статичного состояния мышц и биомеханических систем (частей тела) демонстрируют статистическую неустойчивость выборок и полное отсутствие статики. Возникает закономерный вопрос о параметрах кинематических характеристиках при движении частей тела. Одновременно возникают вопросы и об объективных различиях между произвольными движениями (тремор) и произвольными движениями (у нас это теппинг). В сообщении представлены эти различия в рамках точных (числовых) характеристик. На примере сравнения тремора и теппинга показано различие между кинематикой и статикой. Показана роль сознания.

Ключевые слова: *тремор, кинематика, статика, эффект Еськова-Зинченко.*

THE ROLE OF CONSCIOUSNESS IN THE ORGANIZATION OF VOLUNTARY AND INVOLUNTARY MOVEMENTS

V.V. ESKOV, L.S. SHAKIROVA, L.M. BIKMUHAMETOVA, A.S. RAKHIMOVA

Surgut State University, Lenin Ave., 1, Surgut, Russia, 628408

Abstract. In a series of our works, it was demonstrated that the parameters of the static state of muscles and biomechanical systems (body parts) exhibit statistical instability of samples and a complete absence of statics. This raises a logical question about the parameters of kinematic characteristics during body part movements. Simultaneously, questions arise about the objective differences between involuntary movements (tremor) and voluntary movements (in our case, tapping). This report presents these differences within the framework of precise (numerical) characteristics. Using the example of comparing tremor and tapping, the distinction between kinematics and statics is shown. The role of consciousness is demonstrated.

Key words: *tremor, kinematics, statics, Eskov-Zinchenko effect.*

Введение. Двадцать лет назад нами было начато доказательство статистической неустойчивости выборок различных биомеханических параметров. Именно об этом в 1948 году пытался сказать W. Weaver в своей гениальной работе [1]. W. Weaver выдвинул гипотезу о системах третьего типа (СТТ) – биосистемах. Для СТТ он предлагал создать новую (третью) науку и вынести все биосистемы за пределы детерминистской и стохастической науки (ДСН) [1].

Через 50 лет мы доказали эту его гениальную гипотезу в биомеханике в виде эффекта Еськова-Зинченко (ЭЭЗ). В этом ЭЭЗ параметры треморограмм – ТМГ (постуральный тремор – это произвольное движение) и электромиограмм – ЭМГ демонстрируют

статистическую неустойчивость [2, 3]. Оба эти примера являются примером статики, т.е. попытки (со стороны организма человека) удержать палец в данной точке пространства (или мышцу в заданном статическом напряжении $F_1 = const$).

В этой связи возникает закономерный вопрос: можно ли наблюдать ЭЭЗ и в организации любого движения, т.е. когда мы переходим от статики к динамике. Напомним, что выдающийся биомеханик 20-го века Н.А. Бернштейн выдвинул гипотезу о «повторении без повторений» [4]. В этой гипотезе Н.А. Бернштейн говорил именно о кинематике, о движении конечностей и частей тела в целом.

1. Проблема статики и кинематики в физиологии нервно-мышечной системы (НМС).

Следует сразу подчеркнуть, что проблема «произвольности» в постуральном треморе остается открытой. Продолжаются дискуссии о «произвольности» или о «непроизвольности» постурального тремора. Эта дискуссия вполне оправдана с точки зрения *Brain research*. Действительно, человек пытается удержать части тела (например, палец) в данной точке пространства. Он это делает осознано. Однако координата пальца $x_i(t)$ по вертикали не может показать $dx/dt=0$.

При постуральном треморе палец непрерывно (и хаотически, как мы покажем ниже) движется, его координата $x_1(t) \neq const$. Более того и скорость движения пальца $x_2=dx_1/dt$ тоже непрерывно и хаотически изменяется. Все это говорит о хаосе, но физически палец должен быть в статическом состоянии (должно быть $dx/dt=0$).

Однако реализовать статику испытуемый не может и он производит

(генерирует) непрерывную и хаотическую кинематику – движение пальца по вертикали. Это движение происходит с участием сознания, которое как бы сигнализирует о покое (якобы $dx/dt=0$). Однако реально мы имеем $dx/dt \neq 0$.

После многих тысяч измерений постурального тремора (для одного испытуемого, но в режиме 15-ти повторных регистраций выборок треморограмм – ТМГ) был доказан эффект Еськова-Зинченко (ЭЭЗ). Этот ЭЭЗ доказывает отсутствие статистической устойчивости любых выборок ТМГ.

Напомним, что таких измерений ТМГ за 5 секунд (после 15-ти повторений регистрации ТМГ) мы получили много тысяч. В итоге было доказано, что для одного испытуемого (при 15-ти повторениях) число парных совпадений выборок ТМГ будет крайне мало. Для примера мы представляем типичную табл. 1.

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 $k_1=3$)

	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	0,51		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	0,00	0,70	1,00	0,00	0,00	

В этой табл. 1 число k пар выборок ТМГ (для одного и того же испытуемого, в спокойном состоянии, сидя) не превышает 5% от всех 105-ти (разных!) пар сравнения ТМГ. Было построено много сотен подобных матриц парных сравнений выборок ТМГ и везде одинаковая закономерность: $k_1 \leq 5\%$ для ТМГ [2, 3, 5-9].

Подчеркнем, что постуральный тремор происходит с участием сознания, т.к. испытуемый пытается обеспечить статику для пальца ($dx/dt=0$). Однако реально $dx/dt \neq 0$ и мы получаем ЭЭЗ. Иными словами, постуральный тремор показывает произвольное движение, в котором нет статистической устойчивости выборок ТМГ.

Возникает первый фундаментальный парадокс: участие сознания (попытка организации статики для пальца) не может обеспечить саму эту статику. Статичное состояние в биомеханике (в статике) невозможно в принципе из-за особенностей в регуляции такого движения. Сознание не может организовать статическое состояние конечности. Тогда возможно и сам мозг находится в хаосе [11-19].

Более того, сами выборки этой «статики» не могут быть статистически устойчивыми. Для ТМГ мы имеем статистический хаос выборок с крайне низким числом совпадений ($k_1 \leq 5\%$). В табл. 1 критерий Вилкоксона $p_{i,j} \geq 0,05$ наблюдается у крайне малого числа k_1 пар (из всех 105-ти разных пар $k_1 \leq 5\%$).

Напомним, что для статистики такое число k_1 должно быть не менее 95%. Более того, в доказательной медицине сейчас требуют, чтобы $k_1 \geq 0,99$ (и более!). Все это фантастические значения, которые базируются на иллюзиях и мнимом убеждении, что статистика может описывать биосистемы [10-19].

В 1948 году *W. Weaver* выступил против этого и предложил вынести все биосистемы (системы третьего типа – СТТ) за пределы современной детерминистской и стохастической науки (ДСН) [1]. Однако на его статью [1] никто тогда не обратил внимания. ЭЕЗ доказал правоту *W. Weaver* и вывел все биосистемы (СТТ) за рамки современной ДСН [2, 3, 5-9, 20-28].

В итоге, якобы произвольное движение (постуральный тремор) не может быть не только статичным ($dx/dt \neq 0$), но его кинематика (в виде ТМГ) не может быть статистически устойчивой (из-за ЭЕЗ). Кинематическая статика (или произвольное, но все-таки произвольное движение) демонстрирует статистический хаос [2, 3, 5-9, 21-28].

2. Может ли сознание организовать произвольное движение?

В первом параграфе мы показали, что статистика не работает при описании тремора. Любая выборка ТМГ имеет исторический характер, т.е. это артефакт. Знание ТМГ не дает нам прогноза на будущее. Мы только фиксируем процесс

(ТМГ) на интервале Δt_1 . Что было до Δt_1 и после Δt_1 мы не знаем и не можем ничего определенного спрогнозировать. Статистика завершается в биомеханике [3, 5, 17-20, 29-34].

Все эти примеры были из области статики, но НМС организует различные движения (осознанные, т.е. произвольные). После доказательства ЭЕЗ возникает закономерный вопрос: может ли сознание человека (его мозг) организовать реально произвольное движение. Иными словами, может ли сознание организовать произвольное движение, которое можно описывать и предсказывать в рамках ДСН?

Ответ на этот вопрос имеет принципиальное значение для всей биомеханики и *Brain research*, т.к. он раскрывает понятие «сознание» и представляет границы нашего сознания. Действительно, где границы нашего сознания при организации движений? В целом, эта организация движений происходит точно детерминистски, стохастически или хаотически?

Для ответа на этот вопрос рассмотрим простейшее движение: вертикальное колебательное движение пальца (теппинг). Отметим, что у нас были точные датчики движения, которые регистрировали траектории пальца с точностью до 0,1 мм [2, 3, 17-20].

В итоге, мы регистрировали за 5 секунд теппинграмму (ТПГ), которая квантовалась с периодом $T=10$ мсек (частота квантования ТМГ $\nu=100$ Гц) и затем такие выборки ТМГ (по 500 точек $x_i(t)$ в каждой) статистически сравнивались. Отметим, что в детерминизме каждое такое движение могло быть повторено точно (мы бы получили гармоничные колебания).

В стохастике такие выборки (по всем точкам) точно бы не совпадали, но выборки ТПГ (после 15-ти повторений) должны бы были совпасть с вероятностью $p_{i,j} \geq 0,05$ (от одного испытуемого). Очевидно, что число k_2 , для которых критерий Вилкоксона $p_{i,j} \geq 0,05$, крайне мало. Обычно для ТМГ после 15-ти повторов показал $k_2 \leq 15\%$. Это в 2-3 раза больше, чем k_1 для тремора, но это очень малое число для статистики [2, 3, 11, 19, 21-23].

Напомним, что в статистике требуют $k \geq 95\%$ из всех 100 испытаний. У нас все наоборот: для ТМГ с вероятностью $p_{i,j} \geq 0,95$ выборки не совпадают, для ТПГ эта $p_2 \geq 0,85$. Иными словами, выборки

произвольных движений (ТПГ) уникальные. Их очень сложно статистически повторить. Тогда нет прогноза будущего и ДСН уже не работает в описании биосистем (в биомеханике).

Таблица 2

Матрица парного сравнения выборок теппинграмм (ТПГ) одного и того же человека (без нагрузки, число повторов $n=15$), использовался критерий Вилкоксона (критерий различий $p < 0,05$, число совпадений $k_2=6$)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		0,00	0,00	0,00	0,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,00		0,03	0,05	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	0,03		0,87	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	0,05	0,87		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,51	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	0,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,01	0,00	0,01
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	0,71	0,00	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		0,00	0,00	0,07	0,00	0,00
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,45	0,00
12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00		0,26	0,00	0,00
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,07	0,00	0,26		0,00	0,00
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,45	0,00	0,00		0,00
15	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	

Сознание как бы участвует в организации теппинга, но сами ТПГ статистически не могут быть повторены. Иными словами, произвольное движение (теппинг) происходит (реализуется сознанием) не произвольно, оно не управляемо (в рамках статистики).

В итоге, любое движение (и непроизвольный тремор и «произвольный» теппинг) не могут реализоваться как управляемые (произвольные, прогнозируемые) движения. Любое движение (с участием сознания) происходит хаотически, без прогноза. Оно не может быть точно (или приблизительно) прогнозироваться.

Произвольность, работа сознания (мозга) подразумевает прогнозируемость будущего, если мы знаем прошлое. Однако, сейчас мы показываем, что участие сознания в организации статики (тремор) или кинематики (теппинг) не гарантирует нам прогноз будущих параметров ТМГ или ТПГ.

Любое произвольное движение (с участием сознания) происходит непроизвольно, без прогноза будущего. Человек не может организовать повторение

движения (ни ТМГ, ни ТПГ) и не может дать прогноз своему движению из-за ЭЭЗ. Любое движение происходит хаотично, без статистического прогноза. Отсутствие прогноза будущего – это точный признак ухода СТТ из области ДСН [20-28].

Подчеркнем, что отсутствие повторений регистрируется не только для статистических функций распределения $f(x)$, их статистических характеристик (статистического среднего $\langle x \rangle$, статистической дисперсии D_x^*), о и для спектральных плотностей сигнала (СПС), автокорреляций $A(t)$ и т.д. Везде мы регистрировали статистическую неустойчивость (в виде ЭЭЗ).

Итог всех этих исследований это не только ЭЭЗ и доказательство гипотезы *W. Weaver* (СТТ не объект ДСН), но и ответ на базовый вопрос физиологии НМС и всей *Brain research*: могут ли быть движения управляемыми мозгом (произвольными)? Ответ на этот фундаментальный вопрос мы получили в рамках ЭЭЗ [5-11, 19-28].

Сознание участвует в организации произвольных движений, но сами эти движения (как и постуральный тремор) не могут быть точно управляемыми. Любое

движение человека является неуправляемым точно (в рамках детерминизма) и оно неуправляемое в рамках статистической оценки.

Как и говорил Н.А. Бернштейн в 1947 году любое движение происходит в режиме «повторений без повторений». Нет точного повторения и нет повторений выборок параметров $x_i(t)$ этих движений. СТТ не могут быть объектом ДСН. До настоящего времени в биомеханике и физиологии НМС мы работали с уникальными выборками $x_i(t)$ [2, 3, 5-13].

Произвольное движение (теппинг) не реализуется точно или в рамках стохастики, т.к. его невозможно повторить (как и тремор [20-28]). Кинематика движений человека имеет хаотический характер и не может описываться в рамках ДСН. До настоящего времени все ученые, которые изучали мозг и движение, работали с уникальными выборками (с артефактами).

Это означает, что они не могли по таким выборкам ТМГ или ТПГ делать прогноз о будущем состоянии НМС. Если нет прогноза будущего, то теряется связь между выборками, и мы уже дальше не можем описывать состояние НМС. В целом, возможности мозга сильно ограничены в организации движений. Управление любым движением происходит хаотично, любая выборка ТМГ или ТПГ будет уникальной.

Обсуждение. В настоящей работе поднимаются фундаментальные проблемы в организации движений и во всей *Brain research*. Речь идет о возможности управления движениями человека в рамках такой организации или в рамках статики. Иными словами: может ли современная ДСН описывать любое движение человека?

Имеется и вторая базовая проблема: как вообще мозг управляет движением человека? Можно ли вообще назвать управлением организацию движения, которое не может быть описано в рамках ДСН, если любое движение будет уникальным? На это пытался обратить внимание Н.А. Бернштейн еще в 1947 году, когда предложил гипотезу о «повторении без повторений» [10]. Однако его никто не понял.

W. Weaver через год (1948 г.) пошел еще дальше. Он предложил вообще вывести все биосистемы за рамки ДСН [1]. W. Weaver предлагал создать новую (третью) науку для описания СТТ. В этом он видел главную *Complexity* для всей науки. Существенно, что уже в самом названии он противопоставил СТТ всей науке (*Science and Complexity*) [1].

Обе эти работы были проигнорированы и только 20 лет назад мы начали такую проверку этим двум гипотезам. Оказалось, что произвольные движения (постуральный тремор) и произвольные движения (теппинг) имеют очень большое сходство. И ТМГ и ТПГ не могут быть повторены два раза (статистически), что доказывает очень малое различие между ними. Что тогда дает активное вмешательство сознания в кинематике ТПГ?

Оказалось, что различие между ТМГ и ТПГ очень небольшое с позиций стохастики. Числа k_1 и k_2 различаются в 2-3 раза и в любом случае $k_1 < k_2 \leq 15\%$. Это составляет основу ЭЭЗ и оно касается статистических функций $f(x)$, средних $\langle x \rangle$, дисперсии D_x^* , спектральных плотностей сигнала – СПС, автокорреляций $A(t)$, т.е. любых статистических параметров (в виде ЭЭЗ). Фактически, ЭЭЗ завершает дальнейшее применение ДСН для изучения СТТ.

Доказано (в ЭЭЗ), что любая выборка ТМГ или ТПГ (для одного и того же испытуемого) является уникальной (это, фактически, артефакт). Это означает, что знание прогноза в состоянии мозга, в параметрах НМС не может дать нам информацию о будущем состоянии такой биосистемы. Это нарушает базовый принцип ДСН (выборки уникальны).

В итоге возникает базовая проблема: как работает мозг при организации движений. Участие сознания в постуральном треморе не дает нам получить покой (статику) в виде $dx/dt=0$ (всегда $dx/dt \neq 0$). Более того, участие сознания в колебательных движениях пальца (теппинг) не дает нам право говорить об управлении этим теппингом.

При этом генерируется хаотически выборки ТПГ, которые невозможно описывать в рамках статистики (любая выборка уникальна) и тогда о каком произвольности может идти речь? Любое движение (теппинг) происходит хаотически (т.е. не произвольно) и любое движение становится похожим на тремор (сознание участвует, но покоя (статики) нет). Фактически, мы не управляем тремором (и любым другим движением) в рамках статистики, т.к. любая выборка уникальна [2, 3, 5-9, 29-37].

Выводы. Двадцать лет назад нами было начато доказательство гипотезы Н.А. Бернштейна (о «повторении без повторений») и гипотезы W. Weaver (СТТ не объект ДСН). В итоге был доказан ЭЭЗ в виде отсутствия статистической устойчивости любых выборок в биомеханике.

Детальное изучение теппинга (произвольные колебательные движения пальца) показало, что (произвольное) движение мало чем отличается от тремора (непроизвольного движения). Оба этих движения реализуются хаотически (без повторений), их невозможно прогнозировать их будущее. Если нет прогноза будущего, то ДСН не может описывать такие процессы.

С математической точки зрения нет существенных различий между тремором и теппингом. Организация любого движения происходит хаотически. Стохастика не может описывать параметры движения (и тем более детерминизм). Необходима новая (третья) наука о СТТ с другими моделями и теорией. Сейчас она создается в виде теории хаоса-самоорганизации. Нужна новая кинематика для биомеханики, которая отлична от кинематики в физике (там работает ДСН).

Литература

1. Weaver W. Science and Complexity // American Scientist. 1948. Vol. 36. Pp. 536-544.
2. Zilov V.G., Khadartsev A.A., Eskov V.M., Ilyashenko L.K. New effect in physiology of human nervous muscle system // Bulletin of experimental biology and medicine. 2019. Vol. 167(4). Pp. 419-423. DOI:10.1007/s10517-019-04540-x
3. 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. 165(4). Pp. 415-418. DOI: 10.1007/s10517-018-4183-x
4. Bernshtein N.A. The coordination and regulation of movements // Oxford, New York, Pergamon Press. 1967.
5. 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
6. Eskov V.M., Filatov M.A., Grigorenko V.V., Pavlyk A.V. New information technologies in the analysis of electroencephalograms // Journal of Physics Conference Series. 2020. Vol. 1679. P. 032081 DOI:10.1088/1742-6596/1679/3/032081
7. 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
8. 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
9. 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
10. 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
11. 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
 12. 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
 13. 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
 14. Eskov V.M. Models of hierarchical respiratory neuron networks // *Neurocomputing*. 1996. Vol. 11(2-4). Pp. 203-226. DOI: 10.1016/0925-2312(95)00048-8
 15. Es'kov V.M., Filatova O.E., Ivashenko V.P. Computer identification of compartmental neuron circuits // *Measurement techniques*. 1994. Vol. 37(8). Pp. 967-971. DOI: 10.1007/BF00977157
 16. Zilov V.G., Khadartsev A.A., Eskov V.V. and Eskov V.M. Experimental Study of Statistical Stability of Cardiointerval Samples // *Bulletin of experimental biology and medicine*. 2017. Vol. 164 (2). Pp. 115-117. DOI: 10.1007/S10517-017-3937-1
 17. Eskov V.M., Eskov V.V., Vochmina Y.V., Gorbunov D.V., Ilyashenko L.K. Shannon entropy in the research on stationary regimes and the evolution of complexity // *Moscow University Physics Bulletin*. 2017. Vol. 72(3). Pp. 309-317. DOI: 10.3103/S0027134917030067
 18. 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. Pp. 052034 doi:10.1088/1757-899X/862/5/052034
 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. Pyatin V.F., Eskov V.V. Can Homeostasis Be Static? // *Russian Journal of Cybernetics*. 2021. Vol. 2(1). Pp. 26-34. DOI: 10.51790/2712-9942-2021-2-1-3
 21. Filatova O.E., Galkin V.A., Eskov V.V., Filatov M.A., Gavrilenko T.V. Warren Weaver's Complexity and Fuzziness of Lotfi A. Zadeh Leading to Uncertainty in Biosystem Study // *AIP Conference Proceedings Camstech-II-5051*. 2021.
 22. Eskov V.M., Galkin V.A., Filatova O.E. Are the Connectedness Between Past and Future States of Biosystems? // *AIP Conference Proceedings Camstech-II-6032*. 2021.
 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. Filatova O.E., Pyatin V.F., Filatov M.A., Shakirova L.S. The low temperature influence on cardiointervals under physical training of man // *Human Ecology*. 2021. №1. Pp.17-21.
 25. 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. Pp. 052027 DOI:10.1088/1742-6596/1515/5/052027
 26. 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.
 27. Khadartsev A.A., Filatova O.E., Mandryka I.A., Eskov V.V. (2020). The Entropy-Based Approach to Physics of Living Systems and the Chaos and Self-Organization Theory // *Russian Journal of*

- Cybernetics. 2020. Vol. 1(3). Pp. 41-49. DOI: 10.51790/2712-9942-2020-1-3-5
28. Zaslavsky V.G., Filatov M.A., Eskov V.V., Manina E.A. Non-Stationary States in Physics and Biophysics // Russian Journal of Cybernetics. 2020. Vol. 1(2). Pp. 61-67. DOI: 10.51790/2712-9942-2020-1-2-7
29. 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.
30. Еськов В.М., Колосова А.И., Фадюшина С.И., Мордвинцева А.Ю. Хаотическая динамика ритмики сердца // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2021. – № 1. – С. 25-34.
31. 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.
32. 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.
33. Галкин В.А., Прохоров С.А., Гавриленко Т.В., Ефремов И.В., Чиркова Р.В. Системный синтез параметров в медицине // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2021. №6. Публикация 1-8. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2021-6/1-8.pdf> (дата обращения: 20.12.2021). DOI: 10.24412/2075-4094-2021-6-1-8*
34. 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.
35. 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.
36. 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.
37. Шакирова Л.С., Еськов В.М., Кухарева А.Ю., Музиева М.И., Филатов М.А. Границы стохастики в медицинской кибернетике. // Вестник новых медицинских технологий. – 2022. – Т. 29. – № 4. – С.125-128.

References

- Weaver W. Science and Complexity // American Scientist. 1948. Vol. 36. Pp. 536-544.
- Zilov V.G., Khadartsev A.A., Eskov V.M., Pyashenko L.K. New effect in physiology of human nervous muscle system // Bulletin of experimental biology and medicine. 2019. Vol. 167(4). Pp. 419-423. DOI:10.1007/s10517-019-04540-x
- Zilov V.G., Khadartsev A.A., Pyashenko 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. 165(4). Pp. 415-418. DOI: 10.1007/s10517-018-4183-x
- Bernshtein N.A. The coordination and regulation of movements // Oxford, New York, Pergamon Press. 1967.
- Zilov V.G., Khadartsev A.A., Eskov V.V., Pyashenko 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
- Eskov V.M., Filatov M.A., Grigorenko V.V., Pavlyk A.V. New information technologies in the analysis of electroencephalograms // Journal of Physics Conference Series. 2020. Vol.

1679. P. 032081 DOI:10.1088/1742-6596/1679/3/032081
7. 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
 8. 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
 9. 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
 10. 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
 11. 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
 12. 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
 13. 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
 14. Eskov V.M. Models of hierarchical respiratory neuron networks // *Neurocomputing*. 1996. Vol. 11(2-4). Pp. 203-226. DOI: 10.1016/0925-2312(95)00048-8
 15. Es'kov V.M., Filatova O.E., Ivashenko V.P. Computer identification of compartmental neuron circuits // *Measurement techniques*. 1994. Vol. 37(8). Pp. 967-971. DOI: 10.1007/BF00977157
 16. Zilov V.G., Khadartsev A.A., Eskov V.V. and Eskov V.M. Experimental Study of Statistical Stability of Cardiointerval Samples // *Bulletin of experimental biology and medicine*. 2017. Vol. 164 (2). Pp. 115-117. DOI: 10.1007/S10517-017-3937-1
 17. Eskov V.M., Eskov V.V., Vochmina Y.V., Gorbunov D.V., Ilyashenko L.K. Shannon entropy in the research on stationary regimes and the evolution of complexity // *Moscow University Physics Bulletin*. 2017. Vol. 72(3). Pp. 309-317. DOI: 10.3103/S0027134917030067
 18. 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. Pp. 052034 doi:10.1088/1757-899X/862/5/052034
 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. Pyatin V.F., Eskov V.V. Can Homeostasis Be Static? // *Russian Journal of Cybernetics*. 2021. Vol. 2(1). Pp. 26-34. DOI: 10.51790/2712-9942-2021-2-1-3
 21. Filatova O.E., Galkin V.A., Eskov V.V., Filatov M.A., Gavrilenko T.V. Warren Weaver's Complexity and Fuzziness of Lotfi A. Zadeh Leading to Uncertainty in Biosystem Study // *AIP Conference Proceedings Camstech-II-5051*. 2021.
 22. Eskov V.M., Galkin V.A., Filatova O.E. Are the Connectedness Between Past and Future States of Biosystems? // *AIP Conference Proceedings Camstech-II-6032*. 2021.
 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. Filatova O.E., Pyatin V.F., Filatov M.A., Shakirova L.S. The low temperature influence on cardiointervals under physical training of man // Human Ecology. 2021. №1. Pp.17-21.
 25. 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. Pp. 052027 DOI:10.1088/1742-6596/1515/5/052027
 26. 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.
 27. Khadartsev A.A., Filatova O.E., Mandryka I.A., Eskov V.V. (2020). The Entropy-Based Approach to Physics of Living Systems and the Chaos and Self-Organization Theory // Russian Journal of Cybernetics. 2020. Vol. 1(3). Pp. 41-49. DOI: 10.51790/2712-9942-2020-1-3-5
 28. Zaslavsky B.G., Filatov M.A., Eskov V.V., Manina E.A. Non-Stationary States in Physics and Biophysics // Russian Journal of Cybernetics. 2020. Vol. 1(2). Pp. 61-67. DOI: 10.51790/2712-9942-2020-1-2-7
 29. Es'kov V.V., Pyatin V.F., Shakirova L.S., Mel'nikova E.G. Rol' haosa v regulyacii fiziologicheskikh funkcij organizma / Pod red. A.A. Hadarceva. Samara: OOO «Porto-print», 2020. – 248 s.
 30. Es'kov V.M., Kolosova A.I., Fadyushina S.I., Mordvinceva A.YU. Haoticheskaya dinamika ritmiki serdca // Slozhnost'. Razum. Postneklassika. – 2021. – № 1. – S. 25-34.
 31. Es'kov V.V., Galkin V.A., Gavrilenko T.V., Filatova O.E., Vedeneeva T.S. Ponyatie slozhnosti u W. Weaver i I.R. Prigogine // Slozhnost'. Razum. Postneklassika. – 2021. – № 4. – S. 45-57.
 32. Es'kov V.M., Galkin V.A., Filatova O.E. Complexity: haos gomeostaticeskikh sistem / Pod red. G.S. Rozenberga. Samara: Izd-vo OOO «Porto-print», 2017. – 388 s.
 33. Galkin V.A., Prohorov S.A., Gavrilenko T.V., Efremov I.V., Chirkova R.V. Sistemnyj sintez parametrov v medicine // Vestnik novyh medicinskih tekhnologij. Elektronnoe izdanie. 2021. №6. Publikaciya 1-8. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2021-6/1-8.pdf> (data obrashcheniya: 20.12.2021). DOI: 10.24412/2075-4094-2021-6-1-8*
 34. Es'kov V.M., Galkin V.A., Filatova O.E. Konec opredelennosti: haos gomeostaticeskikh sistem / Pod red. Hadarceva A.A., Rozenberga G.S. Tula: izd-vo Tul'skoe proizvodstvennoe poligraficheskoe ob"edinenie, 2017. – 596 s.
 35. Es'kov V.M., Galkin V.A., Pyatin V.F., Filatov M.A. Organizaciya dvizhenij: stohastika ili haos? / Pod. red. chlen-korr. RAN, d.biol.n., professora G.S. Rozenberga. Samara: Izdatel'stvo OOO «Porto-print», 2020. – 144 s.
 36. Gorbunova M.N., Mordvinceva A.YU., Vedeneeva T.S., Vorobej O.A., Mandryka I.A. Problema odnorodnosti vyborok proizvol'nyh i neproizvol'nyh dvizhenij cheloveka. // Vestnik novyh medicinskih tekhnologij. – 2021. – T. 28. – № 1. – S.60-63.
 37. Shakirova L.S., Es'kov V.M., Kuhareva A.YU., Muzieva M.I., Filatov M.A. Granicy stohastiki v medicinskoj kibernetike. // Vestnik novyh medicinskih tekhnologij. – 2022. – T. 29. – № 4. – S.125-128.