

НОВОЕ ПОНИМАНИЕ СТАТИЧНОСТИ В БИОМЕХАНИКЕ И ПРОБЛЕМА СТАНДАРТОВ ГОМЕОСТАЗА

В.М. ЕСЬКОВ¹, О.Е.ФИЛАТОВА¹, Ю.В. БАШКАТОВА¹,
Я.Н. НУВАЛЫЦЕВА², Т.С. ВЕДЕНЕЕВА²

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

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

Аннотация. В публикации академика Юрия Владимировича Наточина в журнале «Успехи физиологических наук» за 2017 год, №4 (Гомеостаз) особым образом выделяется наличие цели в работе систем регуляции гомеостазом. Ю.В. Наточин отмечает главную проблему: «что служит стандартом и почему природа выбрала те значения, на которые настроена система». В теории функциональных систем организма П.К. Анохин также говорит о стремлении любой ФСО к положительному эффекту для организма, но при этом остается за кадром сам вопрос об этом «стандарте» и «положительном эффекте». Что может являться критерием таких стандартов в гомеостазе и в работе ФСО (по П.К. Анохину)? На что должен ориентироваться физиолог и врач в своих исследованиях? На сегодня такими ориентирами в физиологии являются статистические функции распределения $f(x)$, их числовые характеристики (дисперсия, математическое ожидание, мода, медиана, центили, спектральные плотности сигналов (СПС), автокорреляции). В настоящей работе представлена проблема статистической неустойчивости систем регуляции ФСО и нейросетей мозга, как центрального регулятора любых жизненно важных функций организма человека. Подчеркивается, что две главные ФСО (нервно-мышечная система – НМС) и сердечно-сосудистая система (ССС) не могут работать в рамках удержания среднего $\langle x \rangle$ и дисперсии D_x .

Ключевые слова: гомеостаз, статика, псевдоаттрактор, эффект Еськова-Зинченко.

A NEW UNDERSTANDING OF STATICS IN BIOMECHANICS AND THE PROBLEM OF HOMEOSTASIS STANDARDS

V.M. ESKOV¹, O.E. FILATOVA¹, Yu.V. BASHKATOVA¹,
Ya.N. NUVALTCEVA², T.S. VEDENEEVA²

¹Federal Science Center - Scientific-research Institute for System Studies of the Russian Academy of Sciences, Bazovaya st, 34, Surgut, Russia, 628400

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

Abstract. The Academician Yuri Vladimirovich Natochin writes that the objective in the work of homeostasis regulatory system is highlighted in a special way (Journal “Uspekhi Fiziologicheskikh Nauk”, 2017, No. 4). Yu.V. Natochin notes the main problem is “what serves as a standard and why nature chose the values that the system is aimed at.” In the theory of functional systems P.K. Anokhin also writes the target of any functional system is to have a positive body effect, but the questions of standards and positive effects are still not mentioned. What can be the criterion of these standards in homeostasis and in the work of the functional systems (according to P.K. Anokhin)? What should physiologists and doctors focus on in their research? At present, such criteria in physiology are statistical distribution functions $f(x)$, their numerical characteristics (dispersion, expected value, mode, median, centiles, spectral signal densities and autocorrelation). This paper presents the problem of statistical instability of functional systems regulation and brain neural networks as a central regulator of any vital body functions. It is emphasized that two main functional systems (neuromuscular system and the cardiovascular system) cannot work within the framework of retention of mean $\langle x \rangle$ and dispersion D_x .

Key words: homeostasis, statics, pseudo-attractor, Eskov-Zinchenko effect.

Введение. Два выдающихся физика 20-го века (M. Gell-Mann и I.R. Prigogine) очень надеялись именно на хаос Лоренца в

описании живых систем [6-10, 23]. Но это было глубочайшим заблуждением этих двух нобелевских лауреатов, как и многих

тысяч других ученых, которые пытаются описывать гомеостатические системы (ГС) динамическим хаосом Лоренца. ГС – это системы третьего типа (СТТ), о которых в 1948 г. говорил *W. Weaver*. Это особые системы, которые невозможно описывать в рамках функционального анализа (распадаются причинно-следственные связи, нет детерминистских зависимостей). СТТ-ГС невозможно описывать и в рамках стохастики, т.к. матрицы парных сравнений выборок показывают потерю однородности выборок (для одного испытуемого в неизменном гомеостазе). Такая закономерность в новой теории хаоса-самоорганизации получила название эффекта Еськова-Зинченко (ЭЭЗ). Этот ЭЭЗ вышел сейчас за пределы биомеханики и охватывает всю физиологию и медицину [18, 29, 31-33].

Фактически, мы имеем непрерывное и хаотическое изменение статистических функций распределения $f(x)$, их (ТМГ и ТПГ) СПС и $A(t)$. Если все статистические характеристики непрерывно изменяются, то, что сохраняется в гомеостазе? О каком статическом состоянии может идти речь, если хаотические изменяются все статистические характеристики СТТ-ГС? Можно ли вообще говорить о статике и кинематике ГС в рамках современной науки? Итог наших 30-ти летних исследований говорит об отрицательном ответе на этот вопрос. Необходимы другие понятия, другие модели и другие методы оценки стационарных состояний биосистем [1, 3-6, 25-34].

Подчеркнем, что, как и в классической физике (механике) мы в биомеханике можем говорить о статике и кинематике, и это будут два разных состояния ГС-СТТ. В настоящем сообщении мы подробно останавливаемся именно на раскрытии понятия «статика», т.к. кинематика требует ряда новых понятий и определений, что существенно увеличивает объем излагаемой статьи (этому будет посвящена наше другое сообщение). Данная статья полностью посвящена понятию статике (гомеостатике) любой биомеханической системы, которая нами в ТХС представляется неизменностью параметров

псевдоаттракторов (например, в виде объема V_G) [4, 6-10, 13, 18, 20-26].

1. Новая трактовка статике.

Очевидно, что статика (гомеостатика) СТТ-ГС (во всей современной научной литературе такие системы обычно называют живые системы – *complexity*) существенно отличаются от физического понятия статика (в классической механике). Действительно, в физике статичное состояние (неизменность параметров) в детерминистском плане понимается как $dx/dt=0$ и $x_i=const$ для вектора состояния механической системы $x=x(t)$. С позиций стохастики неизменность системы понимается как сохранение их (параметров) статистических функций распределения $f(x)$, их СПС, $A(t)$ и др. характеристик (если система стохастически устойчива). В ТХС мы сейчас требуем $V_G \approx const$, т.е. неопределённость квазиаттракторов.

Из ранее представленных результатов исследований [16-23, 26-31] мы не имеем выполнение условий статичности. Выборки непрерывно и хаотически генерируют разные $f(x)$, СПС, $A(t)$, т.е. нет статического состояния ни в детерминистском смысле ($dx/dt \neq 0$ непрерывно для ТМГ), ни в стохастическом смысле. Все непрерывно и хаотически изменяется и говорить о статичном состоянии гомеостатической системы (СТТ-*complexity*) с позиций современной детерминистской и стохастической науки (ДСН) бессмысленно. Мы не имеем и динамическое равновесие, часто встречающиеся в термодинамике, статика с позиций ДСН невозможна для СТТ-ГС. Все непрерывно и хаотически изменяется, но при этом сама биосистема не изменяется существенно (физиологически она стабильна), она гомеостатична [1, 9, 10, 33, 34].

Энергетическая оценка процессов ТМГ и ТПГ все-таки дает некоторое различие в параметрах гомеостаза. Например, для тремора с грузом и без груза мы имеем разное значение энергии и параметры Хаусдорфа. Расчет траекторий движения треморограмм в двумерном фазовом пространстве вектора $x(t)$ показал, что значения энергии различны в состоянии

биомеханической системы без груза и с дополнительной статической нагрузкой на палец (тремор которого мы и регистрируем). В качестве примера мы представляем две характерные матрицы ТМГ (с нагрузкой и без нагрузки, см. таблицы 1-2).

2. Статичен ли гомеостаз и системы регуляции функций организма человека?

В предыдущих работах мы говорили о статике и динамике (изменении) гомеостаза с позиций традиционной (современной) науки. Напомним, что эта наука детерминистская и стохастическая наука (ДСН) по всей своей сути. Мы работаем или с функциями и уравнениями (в функциональном анализе, т.е. в детерминистской теории биосистем), либо со статистическими функциями $f(x_i)$, СПС, $A(t)$, фрактальными размерностями и т.д. Даже в динамическом хаосе Лоренца мы имеем инвариантность мер и равномерное распределение внутри аттракторов Лоренца (т.е. $f(x_i)$ сохраняется внутри аттракторов).

Иная ситуация у нас возникает, если в ДСН функции непрерывно и хаотически будут изменяться или статистические функции $f(x_i)$, СПС, $A(t)$ непрерывно и хаотически начнут изменяться для одного и того же испытуемого (что показано в таблицах 1-2) в одном, неизменном его гомеостазе. Тогда ДСН не работает и мы не можем оценивать норму и стандарт в рамках традиционного подхода. Невозможно использовать статистику, если в неизменном гомеостазе $f(x_i)$ сами эти стандарты (якобы нормы) начинают непрерывно и хаотически изменяться. В этом случае возникает ситуация когда сами эти стандарты (якобы нормы) начинают непрерывно и хаотически изменяться.

Таким образом, с позиций ДСН само понятие нормы (сами стандарты) теряет всякий смысл. С позиций ДСП на вопрос Ю.В. Наточина мы могли бы сразу дать ответ: стандарт непрерывно изменяется и мы в рамках ДСН уже не можем различать неизменность параметров $x_i(t)$ гомеостаза ФСО или не сможем различать два фактически разных физиологических состояния биосистемы H_1 и H_2 (при

условии, что реально $H_1 \neq H_2$). В итоге Ю.В. Наточин [14, 15] поднимает фундаментальную проблему нейрофизиологии в своей публикации: что такое стандарт? Одновременно Ю.В. Наточин поднимает и проблему «сдвига значения эндогенного эталона», например, при развитии патологии, при постнатальном онтогенезе (например, при возрастных изменениях гомеостаза).

Очень часто такие сдвиги «эндогенного эталона» связывают с адаптационными процессами, но они могут изменяться и при действии разовых внешних воздействиях. Например, при стрессе (у нас это холодовой стресс), при физических нагрузках и т.д. Очевидно, что любые такие изменения строятся на гомеостазе и его изменении, но как эти изменения можно зарегистрировать, если и в неизменном гомеостазе (и в неизменном состоянии функциональных систем, которые обеспечивают этот гомеостаз) мы будем наблюдать непрерывные изменения всех статистических характеристик параметров всех функциональных систем организма (ФСО) и самого функциональных систем организма (ФСО) и самого гомеостаза? Проиллюстрируем эти высказывания на конкретных примерах [1, 18, 20-26, 29-32].

Напомним, что впервые на это обратил внимание Н.А. Бернштейн в 1947 г., когда выдвинул гипотезу о «повторении без повторений» в биомеханике и в биомеханике, и в физиологии нервно-мышечной системы (НМС). Сейчас эта гипотеза получила множественное доказательство именно в физиологии в виде эффекта Еськова-Зинченко (ЭЗ) [18, 29, 31-33]. Если мы будем регистрировать подряд у одного и того же испытуемого выборки треморограмм (ТМГ) и затем их попарно сравним, то легко получить типичную таблицу 1 (для ТМГ). В этой таблице 1 мы имеем небольшое число $k_l=3$ пар выборок ТМГ, которые можно отнести к одной (общей) генеральной совокупности [1, 19-24]. Подчеркнем, что всегда для нервно-мышечной системы (НМС) (на примере ТМГ) мы для одного испытуемого будем иметь всего $k \leq 5\%$ от всех 105-ти разных пар ТМГ для которых критерий

Вилкоксона $p \geq 0,05$ (именно этот критерий Вилкоксона в p и записывается в эту матрицу). Результат таких сравнений один: статистика не работает, выборки одного испытуемого (в его неизменном

гомеостазе) неоднородны. При этом доля стохастики опускается ниже 5% от общего числа 105 пар сравнений выборок ТМГ, что и доказывает ЭЗ [18, 29, 31-33].

Таблица 1

Матрица парного сравнения треморограмм испытуемого ГЕА (без нагрузки, число повторов $n=15$), использовался критерий Вилкоксона (значимость $p < 0,05$, число совпадений $k_1=3$)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.63	.00	.00	.00	.00	.00	.00
2	.00		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
3	.00	.00		.69	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
4	.00	.00	.69		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
5	.00	.00	.00	.00		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
6	.00	.00	.00	.00	.00		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
7	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
8	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
9	.63	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.00	.00	.00	.00	.00	.00
10	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.00	.00	.00	.00	.00
11	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.00	.00	.00	.70
12	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.00	.00	.00
13	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.00	.00
14	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.00
15	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.70	.00	.00	.00	

Таблица 2

Матрица парного сравнения треморограмм испытуемого ГЕА (нагрузка 3Н, число повторов $n=15$), использовался критерий Вилкоксона (значимость $p < 0,05$, число совпадений $k_2=6$)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.47	.00	.24
2	.00		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
3	.00	.00		.33	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
4	.00	.00	.33		.00	.71	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
5	.00	.00	.00	.00		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.65	.00	.00	.00
6	.00	.00	.00	.71	.00		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
7	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.00	.00	.00	.00	.52	.00	.00	.00
8	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
9	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.00	.00	.00	.00	.00	.00
10	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.00	.00	.00	.00	.00
11	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.00	.00	.00	.00
12	.00	.00	.00	.00	.65	.00	.52	.00	.00	.00	.00		.00	.00	.00
13	.47	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.00	.02
14	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.00
15	.24	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.02	.00	.00	

Отметим, что сейчас в физиологии считается, что система находится в неизменном (именно с позиций стохастики) состоянии, если при 100-а повторах измерений мы имеем не менее 95-ти совпадений. Для этого вводят понятие,

например, доверительной вероятности $\beta \geq 95$, которая требует из 100 повторов 95 совпадений (это соотношение условно, но оно работает при больших числах повторов экспериментов). В нашем случае, в табл.1., мы имеем полную инверсию: с частотой

$p^* \geq 0,95$ у нас будет наблюдаться отсутствие совпадения выборок. Число $k \leq 5$ показывает в табл. 1., что доля стохастики крайне мала и что тогда брать за «эндогенный эталон» НМС? В целом, имеет ли организм человека некий стандарт? Сейчас мы показываем, что у каждого организма свой стандарт. Более того, этот стандарт может не меняться при переходе исходного функционального состояния в другое состояние. При этом параметры квазиаттрактора могут быть постоянными [1, 8, 12].

Подчеркнем, что ЭЭЗ из физиологии НМС (биомеханики) распространения на ССС, на нейросети мозга и другие ФСО. Это означает, что если мы будем одного и того же испытуемого измерять значения кардиоинтервалов (КИ), то в неизменном гомеостазе ССС (для одного испытуемого мы получим числа $k_3 \leq 20\%$). Иными словами доля стохастики несколько поднялась (в сравнении с НМС, где $k_2 \leq 5\%$), но хаос статистических функций превалирует. Представим типичную картину для ЧСС в виде табл.3. для КИ одного и того же испытуемого в неизменном состоянии. Очевидно, что мы имеем неоднородные выборки в неизменном гомеостазе ССС. При этом измерения проводилось согласно рекомендации кардиологов Европы, т.е.

длительность измерения $T=5$ мин, число КИ не менее 300. Однако, мы имеем разные выборки, разные их стохастические функции $f(x)$ у одного испытуемого. Как тут определять норму (стандарт), если все статистические функции $f(x_i)$ для КИ непрерывно и хаотически изменяются? Это касается и их СПС, $A(f)$ и других характеристик (в рамках статистических расчетов). О какой физиологической норме может идти речь, если выборки не могут быть однородными и что тогда следует понимать под термином «гомеостаз», когда нет подобия выборок КИ, нет их статистической устойчивости (вспомним термин «гомео» и «стаз», о которых говорилось выше). Что тогда понимать под устойчивостью в системе регуляции ССС (и НМС тоже), если почти все выборки статистически не совпадают?

Ответы на эти вопросы дает новая ТХС, в которой гомеостаз представлен как статистически неустойчивое состояние, а параметры квазиаттракторов при этом существенно не изменяются. В ТХС изменяется понятие статики, т.к. $dx/dt \neq 0$ непрерывно и статистические функции (вместе с СПС и $A(t)$) непрерывно и хаотически изменяются. То, что фактически, в ТХС, является изменением в современной науке. Возможна и обратная ситуация [1, 19-25].

Таблица 3

Матрица парного сравнения кардиоинтервалов испытуемого БДВ, использовался критерий Вилкоксона (значимость $p < 0,05$, число совпадений $k_3 = 9$)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		0,73	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,08	0,00
2	0,73		0,00	0,00	0,00	0,01	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	0,04	0,00
3	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	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	0,20	0,01	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,70	0,00
7	0,00	0,08	0,02	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,91	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,02	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	0,02		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	0,00	0,00	0,00
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,10
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	0,08
13	0,01	0,15	0,01	0,00	0,00	0,00	0,91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00
14	0,08	0,04	0,00	0,00	0,00	0,70	0,00	0,00	0,00	0,00	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	0,10	0,08	0,00	0,00	

Заключение. В связи с доказательством ЭЭЗ возникает серьезная проблема описания статистических (гомеостатических) состояний любой биосистемы и организма человека в частности. С позиции детерминизма (когда требуется $dx/dt=0$) и с позиции стохастики (сохранение статистических функций, СПС, $A(t)$) любая функциональная система, регулирующая гомеостаз, и нейросети мозга не могут находиться в стационарном состоянии. У них нет точек покоя ($dx/dt \neq 0$ непрерывно) и их невозможно описывать в рамках функционального анализа или стохастики.

Гомеостатические системы не статичны, они не устойчивы с позиций ДСН и для них вводятся другие меры для регистрации их неизменности. В ТХС сейчас мы ввели два принципа неопределенности: неопределенность 1-го типа (когда $x(t)$ статистически статичен, а в ТХС не демонстрирует изменения) и 2-го типа, которая показывается эффектом Еськова-Зинченко. В последнем случае сохраняются параметры квазиаттракторов Еськова (или псевдоаттракторы), но при этом непрерывно изменяются $f(x)$, СПС и $A(t)$.

Наука о живом подошла к новому пониманию статики (неизменности $x(t)$) и кинематики (когда реально изменяются параметры квазиаттракторов). Для описания гомеостатических систем (СТТ-*complexity*) мы сейчас создаем новые математические модели и новые методы исследования сложных биосистем. Все это формируется в рамках новой ТХС.

Литература

1. Еськов В.В., Еськов В.М., Вохмина Ю.В. Гипотеза Н. А. Бернштейна и статистическая неустойчивость выборок параметров треморограмм // Вестник кибернетики. – 2018. – Т. 29, № 1. – С. 33-38.
2. Еськов В.М., Еськов В.В., Филатов М.А. Философия complexity: гомеостаз и эволюция / Под ред. В.М. Еськова, А.А. Хадарцева. Тула: ТРО МОО «Академия медико – технических наук», 2016. – 370 с.
3. Еськов В.М., Гавриленко Т.В., Зимин М.И., Зими́на С.А. Нейросетевые принципы в идентификации и изучении систем с хаотической динамикой / Под ред. А.А. Хадарцева, В.М. Еськова. Тула: Изд-во ТулГУ, 2016. – 398 с.
4. Еськов В.М., Еськов В.В., Филатов М.А. Третья глобальная парадигма. Современное естествознание в контексте неопределенности. Том II. / Под редакцией А.А. Хадарцева, В.М. Еськова. Тула: ТРО МОО «Академия медико-технических наук», 2016. – 388 с.
5. 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.
6. 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.
7. Еськов В.М., Галкин В.А., Гавриленко Т.В., Афаневич К.А. Математическая проблема выбора однородной группы в биомеханике // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2018. – № 3. – С. 94-101.
8. Зилов В.Г., Хадарцев А.А., Еськов В.М., Иляшенко Л.К. Новый эффект в физиологии нервно-мышечной системы человека // Бюллетень экспериментально биологии и медицины. – 2019. – Т.167, №4. – С. 400-404.
9. Зинченко Ю.П., Еськов В.М., Филатов М.А., Григорьева С.В. Стохастика и хаос в организации движений // Вестник новых медицинских технологий. – 2019. – Т. 26, № 2. – С. 101-106.
10. Зинченко Ю.П., Еськов В.М., Филатов М.А., Григорьева С.В. Квантово-механический подход в изучении сознания // Вестник новых медицинских технологий. – 2019. – Т. 26, № 2. – С. 111-117.

11. Ивахно В., Гумарова О.А., Лупынина Е.Ю., Воробей О.А., Афаневич И.А. Оценка параметров треморограмм с позиций теории хаоса-самоорганизации // Вестник новых медицинских технологий. – 2019. – Т. 26, № 3. – С. 117-121.
12. Ивахно Н.В., Горбунов Д.В., Афаневич К.А., Хакимова В.В., Афаневич И.А. Новые методы оценки регистрируемых выборок на однородность // Вестник новых медицинских технологий. – 2019. – Т. 26, № 3. – С. 122-126.
13. Мирошниченко И.В., Прохоров С.В., Эльман К.А., Срыбник М.А. Сравнительный анализ хаотической динамики показателей сердечно-сосудистой системы пришлого детско-юношеского населения Югры // Вестник новых медицинских технологий. – 2018. – Т. 25, № 1. – С. 154-160.
14. Наточин Ю.В. Физиология, биомедицина, медицина // Успехи физиологических наук. – 2008. – Т. 39, № 2. – С. 8-31.
15. Наточин Ю.В. Гомеостаз // Успехи физических наук. – 2017. – Т. 48, № 4. – С. 3-15.
16. Хромушин В.А., Пятин В.Ф., Еськов В.В., Иляшенко Л.К., Вохмина Ю.В. Новые принципы работы нейроэмуляторов в медицинской диагностике // Медицинская техника. – 2019. – 2 (314). – С. 29-31.
17. Филатова О.Е., Филатова Д.Ю., Берестин Д.К., Живаева Н.В. Системный анализ, управление и обработка информации в биологии и медицине. Состояние психофизиологических параметров человека на Севере РФ. Том Часть XIII. / Под ред. В.М. Еськова, В.А. Хромушина. Тула: Изд-во ТулГУ, 2016. – 326 с.
18. Филатова О.Е., Мельникова Е.Г., Горбунов С.В., Нувальцева Я.Н. Особенности гомеостатических систем (третьего типа) // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2019. – № 2. – С.28-39.
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.
20. Eskov V.V., Filatova O.E., Bashkanova Y.V., Filatova D.Y., Pyashenko L.K. Age-related changes in heart rate variability among residents of The Russian North // Human ecology. – 2019. – Vol. 2. – Pp. 21-26.
21. Eskov V.V., Gavrilenko T.V., Eskov V.M., Vochmina Yu.V. Static instability phenomenon in type-three secretion systems: complexity // Technical physics. – 2017. – Vol. 62, No. 11. – Pp.1611-1616.
22. Eskov V.M., Zinchenko Y.P., Filatov M.A., Ilyashenko L.K. Glansdorff-Prigogine theorem in the description of tremor chaotic dynamics in cold stress // Human ecology. – 2017. – No. 5. – Pp. 27-32.
23. Eskov V.M., Eskov V.V., Gavrilenko T.V., Vochmina Y.V. Formalization of the effect of “repetition without repetition” discovered by N.A. Bernshtein // Biophysics. – 2017. – Vol. 62(1). – Pp. 143-150.
24. Eskov, V.M., Filatova, O.E., Eskov, V.V., Gavrilenko, T.V. The Evolution of the idea of homeostasis: Determinism, stochastics, and chaos–self-organization // Biophysics. – 2017. – Vol. 62(5). – Pp. 809-820.
25. 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.
26. Eskov V.M., Bazhenova A.E., Ilyashenko L.K., Grigorieva S.V. Effect of cold on involuntary movements in men with different levels of physical fitness in the Russian North // Human ecology. – 2019. – No. 6. – Pp. – 39-44.
27. Filatov M.A., Pyashenko L.K., Makeeva S.V. Psychophysiological parameters of students before and after translatitude travels // Human ecology. – 2019. – No. 4. – Pp. 18-24.

28. 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. – No. 7. – Pp. 11-16.
29. Filatova O.E., Bazhenova A.E., Ilyashenko L.K., Grigorieva S.V. Estimation of the parameters for tremograms according to the Eskov–Zinchenko effect biophysics // Biophysics. – 2018. – Vol. 63, No. 2. – Pp. 125–130.
30. Filatova O.E., Berestin D.K., Ilyashenko L.K., Bashkatova Yu.V. The influence of hypothermia on the parameters of the electromyogram at low muscle tone state// Human ecology. – 2019. – No. 5. – Pp.43-48.
31. Ilyashenko L.K., Bazhenova A.E., Berestin D.K., Grigorieva S.V. Chaotic dynamics parameters of the tremograms at the stress exposure // Russian journal of biomechanics. – 2018. – Vol. 22, No. 1. – Pp. 62-71.
32. Leonov B.I., Grigorenko V.V., Eskov V.M., Khadartsev A.A., Ilyashenko L.K. Automation of the diagnosis of age-related changes in parameters of the cardiovascular system // Biomedical engineering. – 2018. – Vol. 52(3). – Pp. 210-214.
33. Zilov V.G., Eskov V.M., Khadartsev A.A., Eskov V.V. Experimental confirmation of the effect of "Repetition without repetition" N.A. Bernstein // Bulletin of experimental biology and medicine. – 2017. – Vol. 1. – Pp. 4-8.
34. 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, No. 4. – Pp. 415-418.
- Vestnik kibernetiki [Bulletin of Cybernetics]. – 2018. – Т. 29, № 1. – S. 33-38.
2. Es'kov V.M., Es'kov V.V., Filatov M.A. Filosofiya complexity: gomeostaz i evolyutsiya [Philosophy of complexity: homeostasis and evolution] / Pod red. V.M. Es'kova, A.A. Khadartseva. Tula: TRO MOO «Akademiya mediko – tekhnicheskikh nauk», 2016. – 370 s.
3. Es'kov V.M., Gavrilenko T.V., Zimin M.I., Zimina S.A. Neurosetevye printsipy v identifikatsii i izuchenii sistem s khaoticheskoi dinamikoi [Neural network principles in the identification and study of systems with chaotic dynamics] / Pod red. A.A. Khadartseva, V.M. Es'kova. Tula: Izd-vo TulGU, 2016. – 398 s.
4. Es'kov V.M., Es'kov V.V., Filatov M.A. Tret'ya global'naya paradigma. Sovremennoe estestvoznaniye v kontekste neopredelennosti. Tom II [Third global paradigm. Modern science in the context of uncertainty. Volume II] / Pod redaktsiei A.A. Khadartseva, V.M. Es'kova. Tula: TRO MOO «Akademiya mediko-tekhnicheskikh nauk», 2016. – 388 s.
5. Es'kov V.M., Galkin V.A., Filatova O.E. Konets opredelennosti: khaos gomeostaticheskikh sistem [The end of certainty: the chaos of homeostatic systems] / Pod red. Khadartseva A.A., Rozenberga G.S. Tula: izd-vo Tul'skoe proizvodstvennoe poligraficheskoe ob"edinenie, 2017. – 596 s.
6. Es'kov V.M., Galkin V.A., Filatova O.E. Complexity: khaos gomeostaticheskikh sistem [Complexity: chaos of homeostatic systems] / Pod red. G.S. Rozenberga. Samara: Izd-vo OOO «Porto-print», 2017. – 388 s.
7. Es'kov V.M., Galkin V.A., Gavrilenko T.V., Afanovich K.A. Matematicheskaya problema vybora odnorodnoi gruppy v biomekhanike [The mathematical problem of choosing a homogeneous group in biomechanics] // Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2018. – № 3. – S. 94-101.
8. Zilov V.G., Khadartsev A.A., Es'kov V.M., Ilyashenko L.K. Novyi effekt v

Reference

1. Es'kov V.V., Es'kov V.M., Vokhmina Yu.V. Gipoteza N. A. Bernshteina i statisticheskaya neustoichivost' vyborok parametrov tremorogramm [Hypothesis of N. A. Bernshtein and statistical instability of samples of tremorogram parameters] //

- fiziologii nervno-myshechnoi sistemy cheloveka [A new effect in the physiology of the human neuromuscular system] // Byulleten' eksperimental'no biologii i meditsiny [Bulletin of Experimental Biology and Medicine]. – 2019. – Т.167, №4. – С. 400-404.
9. Zinchenko Yu.P., Es'kov V.M., Filatov M.A., Grigor'eva S.V. Stokhastika i khaos v organizatsii dvizhenii [Stochastics and chaos in the organization of movements] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii [Bulletin of new medical technologies]. – 2019. – Т. 26, № 2. – С. 101-106.
 10. Zinchenko Yu.P., Es'kov V.M., Filatov M.A., Grigor'eva S.V. Kvantovomekhanicheskii podkhod v izuchenii soznaniya [Quantum-mechanical approach to the study of consciousness] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii [Bulletin of new medical technologies]. – 2019. – Т. 26, № 2. – С. 111-117.
 11. Ivakhno V., Gumarova O.A., Lupynina E.Yu., Vorobei O.A., Afanevich I.A. Otsenka parametrov tremorogramm s pozitsii teorii khaosa-samoorganizatsii [Evaluation of tremorogram parameters from the standpoint of the theory of chaos-self-organization] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii [Bulletin of new medical technologies]. – 2019. – Т. 26, № 3. – С. 117-121.
 12. Ivakhno N.V., Gorbunov D.V., Afanevich K.A., Khakimova V.V., Afanevich I.A. Novye metody otsenki registriruemyykh vyborok na odnorodnost' [New methods for assessing registered samples for homogeneity] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii [Bulletin of new medical technologies]. – 2019. – Т. 26, № 3. – С. 122-126.
 13. Miroshnichenko I.V., Prokhorov S.V., El'man K.A., Srybnik M.A. Sravnitel'nyi analiz khaoticheskoi dinamiki pokazatelei serdechno-sosudistoi sistemy prishlogo detsko-yunoshekskogo naseleniya Yugry [A comparative analysis of the chaotic dynamics of the indicators of the cardiovascular system of the newcomer youth population of Ugra] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii [Bulletin of new medical technologies]. – 2018. – Т. 25, № 1. – С. 154-160.
 14. Natochin Yu.V. Fiziologiya, biomeditsina, meditsina [Physiology, biomedicine, medicine] // Uspekhi fiziologicheskikh nauk [Advances in Physical Sciences]. – 2008. – Т. 39, № 2. – С. 8-31.
 15. Natochin Yu.V. Gomeostaz [Homeostasis] // Uspekhi fizicheskikh nauk [Advances in Physical Sciences]. – 2017. – Т. 48, № 4. – С. 3-15.
 16. Khromushin V.A., Pyatin V.F., Es'kov V.V., Ilyashenko L.K., Vokhmina Yu.V. Novye printsipy raboty neuroemulyatorov v meditsinskoj diagnostike [New principles of neuroemulator operation in medical diagnostics] // Meditsinskaya tekhnika [Medical technology]. – 2019. – 2 (314). – С. 29-31.
 17. Filatova O.E., Filatova D.Yu., Berestin D.K., Zhivaeva N.V. Sistemnyi analiz, upravlenie i obrabotka informatsii v biologii i meditsine. Sostoyanie psikhofiziologicheskikh parametrov cheloveka na Severe RF. Tom Chast' XIII [System analysis, management and information processing in biology and medicine. The state of psychophysiological parameters of a person in the North of the Russian Federation. Volume Part XIII] / Pod red. V.M. Es'kova, V.A. Khromushina. Tula: Izd-vo TulGU, 2016. – 326 s.
 18. Filatova O.E., Mel'nikova E.G., Gorbunov S.V., Nuval'tseva Ya.N. Osobennosti gomeostaticeskikh sistem (tret'ego tipa) [Features of homeostatic systems (third type)] // Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2019. – № 2. – С.28-39.
 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.
 20. Eskov V.V., Filatova O.E., Bashkanova Y.V., Filatova D.Y., Ilyashenko L.K. Age-related changes in heart rate variability among residents of The Russian North // Human ecology [In Russian]. – 2019. – Vol. 2. – Pp. 21-26.

21. Eskov V.V., Gavrilenko T.V., Eskov V.M., Vochmina Yu.V. Static instability phenomenon in type-three secretion systems: complexity // Technical physics. – 2017. – Vol. 62, No. 11. – Pp.1611-1616.
22. Eskov V.M., Zinchenko Y.P., Filatov M.A., Ilyashenko L.K. Glansdorff-Prigogine theorem in the description of tremor chaotic dynamics in cold stress // Human ecology [In Russian]. – 2017. – No. 5. – Pp. 27-32.
23. Eskov V.M., Eskov V.V., Gavrilenko T.V., Vochmina Y.V. Formalization of the effect of “repetition without repetition” discovered by N.A. Bernshtein // Biophysics. – 2017. – Vol. 62(1). – Pp. 143-150.
24. Eskov, V.M., Filatova, O.E., Eskov, V.V., Gavrilenko, T.V. The Evolution of the idea of homeostasis: Determinism, stochastics, and chaos–self-organization // Biophysics. – 2017. – Vol. 62(5). – Pp. 809-820.
25. 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.
26. Eskov V.M., Bazhenova A.E., Ilyashenko L.K., Grigorieva S.V. Effect of cold on involuntary movements in men with different levels of physical fitness in the Russian North // Human ecology [In Russian]. – 2019. – No. 6. – Pp. – 39-44.
27. Filatov M.A., Ilyashenko L.K., Makeeva S.V. Psychophysiological parameters of students before and after translatitude travels // Human ecology [In Russian]. – 2019. – No. 4. – Pp. 18-24.
28. 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 [In Russian]. – 2019. – No. 7. – Pp. 11-16.
29. Filatova O.E., Bazhenova A.E., Ilyashenko L.K., Grigorieva S.V. Estimation of the parameters for tremograms according to the Eskov–Zinchenko effect biophysics // Biophysics. – 2018. – Vol. 63, No. 2. – Pp. 125–130.
30. Filatova O.E., Berestin D.K., Ilyashenko L.K., Bashkatova Yu.V. The influence of hypothermia on the parameters of the electromyogram at low muscle tone state // Human ecology [In Russian]. – 2019. – No. 5. – Pp.43-48.
31. Ilyashenko L.K., Bazhenova A.E., Berestin D.K., Grigorieva S.V. Chaotic dynamics parameters of the tremograms at the stress exposure // Russian journal of biomechanics. – 2018. – Vol. 22, No. 1. – Pp. 62-71.
32. Leonov B.I., Grigorenko V.V., Eskov V.M., Khadartsev A.A., Ilyashenko L.K. Automation of the diagnosis of age-related changes in parameters of the cardiovascular system // Biomedical engineering. – 2018. – Vol. 52(3). – Pp. 210-214.
33. Zilov V.G., Eskov V.M., Khadartsev A.A., Eskov V.V. Experimental confirmation of the effect of "Repetition without repetition" N.A. Bernstein // Bulletin of experimental biology and medicine. – 2017. – Vol. 1. – Pp. 4-8.
34. 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, No. 4. – Pp. 415-418.