

10.12737/article_5cb82ba0a3f593.98906290

ПРОБЛЕМА УСТОЙЧИВОСТИ ГОМЕОСТАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ ОРГАНИЗМА

В.М. ЕСЬКОВ¹, И.В. МИРОШНИЧЕНКО², Ю.В. МНАЦАКАНЯН³, А.Н. ЖУРАВЛЕВА³

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

²ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный медицинский университет», ул. Советская, 6, Оренбург, Россия, 460000

³БУ ВО ХМАО-Югры «Сургутский государственный университет», ул. Ленина, 1, Сургут, Россия, 628400, e-mail: d.beloshhenko@mail.ru

Аннотация. Основоположники теории гомеостаза (W.B. Canon) и теории функциональных систем человека (П.К. Анохин) никогда не представляли гомеостаз как статичное состояние параметров функций организма. Однако, никто из исследователей в физиологии гомеостаза даже не представлял, что все эти параметры не могут быть описаны в рамках общепринятого в физиологии статистического подхода. До настоящего времени считается, что группа одного возраста, пола, с одинаковой нозологией, обычно является однородной группой. Как доказывают авторы настоящего сообщения эти представления ошибочны. Доказана статистическая неустойчивость выборок как одного испытуемого (в неизменном гомеостазе), так и группы якобы однородных испытуемых. В рамках новой теории гомеостаза вводится понятие неопределенности 1-го и 2-го типов и понятие квазиаттрактора. Последние позволяют описать новые подходы в изучении однородных групп в физиологии.

Ключевые слова: гомеостатическое регулирование, статистическая неустойчивость, системы третьего типа, эффект Еськова-Зинченко.

THE SUSTAINABILITY PROBLEM OF HOMEOSTATIC REGULATION OF FUNCTIONAL SYSTEMS

V.M. ESKOV¹, I.V. MIROSHNICHENKO², YU.V. MNACACANIAN³,
A.N. GHURAVLEVA³

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

²Orenburg State Medical University, Sovetskaya st., 6, Orenburg, Russia, 460000

³Surgut State University, Lenina pr., 1, Surgut, Russia, 628400, e-mail: d.beloshhenko@mail.ru

Abstract. The founders of the theory of homeostasis (W.B. Canon) and the theory of human functional systems (P.K. Anokhin) have never presented homeostasis as a static state of the parameters of body functions. However, none of the researchers in the physiology of homeostasis did not even imagine that all these parameters could not be described within the framework of statistical approach generally accepted in physiology. To date, it is believed that a group of the same age, sex, with the same nosology, is usually a homogeneous group. As the authors of this report argue, these views are erroneous. The statistical instability of the samples of both one test subject (in unchanged homeostasis) and a group of supposedly homogeneous subjects was proved. In the framework of the new theory of homeostasis, the concept of uncertainty of the 1st and 2nd types and the concept of a quasi-attractor are introduced. The latter allow us to describe new approaches in the study of homogeneous groups in physiology.

Key words: homeostatic regulation, statistical instability, systems of the third type, Eskov-Zinchenko effect.

Введение. Во многих случаях мы употребляем термин «гомеостатическое регулирование» в отношении функциональных систем организма (ФСО) человека с позиций стохастики на основе изучения выборок параметров x_i для всех

ФСО. Безусловно, что термин гомеостаз имеет более широкое значение и сейчас он даже употребляется при изучении социальных или экономических систем. Однако, наше внимание в настоящем сообщении будет сосредоточено на этом

сочетании: гомеостатическое регулирование ФСО. В физиологии оба этих понятия (гомеостаз и ФСО) имеют ключевые значения, хотя исторически они возникли в разные столетия. Работы Клода Бернара были выполнены во второй половине 19-го века, а П.К. Анохин создавал теорию ФСО в первой половине 20-го века.

После работ W.B. Canon и П.К. Анохина довольно часто о гомеостазе говорят, как о состоянии (в какой-то мере) неустойчивости, подразумевая при этом, что параметры x_i организма не могут быть точно постоянными ($x_i \neq const$), а они как-то изменяются в определенных пределах. Об этом свидетельствует последние 20-25 лет более детального изучения различных регуляций ФСО [30].

Вместе с тем эти два понятия были тесно связаны, так что их невозможно изучать отдельно. Отметим, что существенный прорыв в понимании особенностей гомеостаза *нервно-мышечной системы* (НМС) человека был связан с публикацией в 1947 монографии г. Н.А. Бернштейна [1], когда он представил гипотезу «о повторении без повторений» в физиологии НМС. Однако до настоящего времени эта гипотеза оставалась без доказательства, и только за последние 25 лет ситуация начинает изменяться в связи с открытием *эффекта Еськова-Зинченко* (ЭЭЗ) в физиологии (сначала) НМС [2, 21, 22, 25, 31, 32, 36], а затем и в физиологии *сердечно-сосудистой системы* (ССС) [4, 10, 16, 18, 24, 27, 37] и далее в работе *нейросетей* [5, 7, 8, 17] *мозга* (НСМ) человека (на примере поведения *электроэнцефалограмм* – ЭЭГ). Этот ЭЭЗ открывает отсутствие статистической устойчивости для подряд получаемых выборок (у одного человека в неизменном гомеостазе) как для НМС, так и для параметров СССР и даже для НСМ. Все подряд получаемые выборки параметров гомеостаза $x_i(t)$ непрерывно и хаотически изменяются [9, 15, 24, 25, 26, 27, 28].

Все это позволило создать новую теорию гомеостатического регулирования ФСО (и мозга), которая развивает идеи W.B. Canon, П.К. Анохина и Н.А.

Бернштейна и обеспечивает создание новых подходов и новых моделей в изучении гомеостаза ФСО (а точнее она базируется на отсутствии устойчивости параметров x_i гомеостаза ФСО). Новый подход обеспечил и понимание новых механизмов регуляции (основанных на хаосе x_i) различных функций человека, его ФСО. В первую очередь речь идет о СССР и НМС – главных функциональных системах организма человека [2, 4, 10, 16, 18, 21, 22, 24, 25, 26, 27, 31, 32, 36].

В настоящем сообщении мы подробно остановимся на регуляции НМС, т.к. исторически именно эта функциональная система позволила впервые установить факт статистической неустойчивости для подряд получаемых выборок треморограмм, т.е. эффект Еськова-Зинченко. Именно этой ФСО занимался и Н.А. Бернштейн 70 лет назад, когда выдвигал гипотезу «о повторении без повторений» [1] для сложных биосистем.

1. Краткий исторический экскурс в понятие гомеостаза функциональных систем организма. Более 150 лет назад Клод Бернар (1813-1878) впервые вводит понятие гомеостаза в своей фундаментальной работе «Введение в экспериментальную медицину» (1864 г. С. Bernard, «Introduction a la medicine Experimentale», Paris). В этом издании он утверждает, что постоянство или стойкость внутренней среды, гармоничный набор процессов, является условием свободной жизни организмов. Подчеркиваем, что автор теории гомеостаза нигде не уточняет, что он имеет ввиду под терминами «постоянство», «гармонией» и «свободной жизни». До настоящего времени эти термины являются неопределимыми точно (или даже приближенно) с позиций классической (традиционной) *детерминистской и стохастической науки* (ДСН).

Напомним, что физиология, как и любая наука, оперирует понятиями, которые имеют четкие количественные и математические (биологические) определения. Например, если мы имеем некоторую физиологическую функцию (поддержание температуры тела,

концентрации химических веществ крови (электролиты, например) и т.д.), то эту функцию можно описывать как некоторую переменную $x=x(t)$, где t - время (аргумент). Для НМС, в случае регистрации *треморграмм* (ТМГ) при постуральном треморе мы имеем $x_i(t)$ - координату пальца (для конечности) по отношению к датчику перемещения. Напомним, что в уравнениях Ходжкина Хаксли мы имеем функцию $C=C(t)$ для концентрации ионов (внутри и во внешней среде для клетки) и т.д. Рассмотрим математические аспекты описания таких сложных систем.

Если мы говорим о постоянстве, то в этом случае (математически) мы должны иметь нулевую скорость изменения любой переменной $x_i(t)$ гомеостаза или перемещения в физиологии НМС, т.е. $x_2(t)=dx_1/dt=0$ и тогда $x_i(t)=const$. Очевидно, что для конечности (пальца) при треморе получим $x_i(t)=const$ - это означает жестко зафиксировать палец в пространстве (это физиологически невозможно, даже при ригидной форме болезни Паркинсона). Жизнь – это движение, поэтому всегда $x_i(t) \neq const$, непрерывно изменяется температура тела на поверхности (например, из-за изменения экологических условий), меняется концентрация эритроцитов и лейкоцитов в крови и т.д. Все непрерывно и хаотически изменяется, и получить $x_i(t)=const$ невозможно!

Это хорошо понимал Уолтер Брэдфорд Кеннон (1871-1945), который говорил (см. W. Cannon, *The Wisdom of the Body*, New York, 1932): «...у живых существ, включая возможно, мозг, нервы, сердце, легкие, почки, селезенку, действующие совместно (взаимодействующие), ... я предложил особое определение этих состояний – гомеостаз. Это слово не предполагает что-либо постоянное или какое-то застойное явление. Оно означает условие, которое может изменяться, но которое относительно постоянно». Подчеркнем, что Cannon не дает определение этого «относительного постоянства» и сейчас во всей физиологии под этим подразумевается некоторая статистическая устойчивость $x_i(t)$. Иными словами, мы должны требовать, чтобы две полученные подряд (у

одного человека, в неизменном гомеостазе) выборки параметров гомеостаза x_i могли бы иметь одну (общую) генеральную совокупность.

Для биомеханики (физиологии НМС) мы бы, например, могли потребовать, чтобы ТМГ сохраняли среднее арифметическое $\langle x_i(t) \rangle$ и дисперсию $D^*(x_i)$ с течением времени. Если будут непараметрические распределения $x(t)$, то мы потребуем сохранения непараметрических функций распределения $F(x_i)$ для ТМГ, полученных от одного человека в неизменном гомеостазе. Именно статистика допускает получение разных значений $x_i(t)$, но их статистические характеристики ($\langle x \rangle$, $D^*(x_i)$) должны сохраняться, иначе стохастика не применима в физиологии.

Статистика требует, чтобы две подряд полученные выборки $x_i(t)$ в неизменном гомеостазе одного и того же испытуемого можно бы было отнести к одной генеральной совокупности. Тогда мы говорим о статистическом (относительном) постоянстве биосистемы, находящиеся в гомеостатическом регулировании. Подчеркнем, что во всей математике имеются два критерия неизменности (стационарности): или $dx/dt=0$ (стационарный режим в детерминизме для любой динамической системы) или сохранение (статистическое) параметров выборок любых физиологических переменных (у нас речь сейчас идет о треморе, его ТМГ). Других вариантов какого-либо «относительного постоянства» (по W. Cannon) у нас сейчас нет. Функциональный анализ (детерминизм) и стохастика имеют эти критерии неизменности и они традиционно сейчас используются в физиологии [36, 37, 38].

Подчеркнем, что П.К. Анохин тоже придерживался взглядов W. Cannon на постоянство параметров организма. При этом он ввел понятие полезного эффекта для организма (от действия ФСО) и этот эффект никак не мог быть постоянным в смысле $dx/dt=0$. Это непостоянство уже детерминировано непрерывными процессами адаптации на постоянно изменяющиеся внешние условия.

Хаотически изменяются и ФСО, их параметры непрерывно и хаотически должны перестраиваться. Требование адаптации – это уже хаос в регуляции ФСО.

Однако, Петр Кузьмич рассчитывал на некоторую статистическую устойчивость в работе ФСО. Эта устойчивость должна быть в его представлениях статистической (как-то должны сохраняться статистические функции распределения $f(x_i)$ любого параметра $x_i(t)$, описывающего гомеостаз ФСО). В настоящее время все физиологи верят в статистическую устойчивость для подряд получаемых выборок НМС, ССС, и других параметров гомеостаза $x_i(t)$ различных статистических функций $f(x_i)$ для одного испытуемого (в неизменном гомеостазе). Но возникает вопрос о сохранении их статистических функций распределения $f(x_i)$, спектральных плотностей сигнала (СПС), автокорреляций $A(t)$ и т.д.

В целом, сейчас гомеостаз обычно представляют как статистически устойчивое состояние различных функций организма человека (включая и психические функции, например, в психофизиологии человека). Возникает закономерный вопрос: насколько корректно реализуется такой подход? Иными словами, действительно ли в гомеостазе ФСО имеется статистическая устойчивость статистических функций $f(x_i)$ параметров x_i организма человека? До настоящего времени, и это очень странно, никто даже не подвергал сомнению такую устойчивость. Считалось, что если человек находится в неизменном состоянии (в одном гомеостазе), то и выборки параметров $x_i(t)$ этого состояния должны быть статистически неизменными.

Эта догма в биофизике, биокibernетике, в математике и физиологии существует со времен Клода Бернара и Уолтера Бредфорда Сэннона, но интуитивно и Сэннон, и П.К. Анохин понимали реальность неустойчивости живых систем, нестабильности параметров x_i и даже полезного конечного эффекта при работе ФСО. Однако, впервые об этом четко заявил Н.А. Бернштейн в 1947 г. в известной монографии «О построении

движений». Выдающийся биомеханик и физиолог в области НМС впервые заговорил о «неповторимости», когда ввел гипотезу «о повторении без повторений» в биомеханике. Он дал четкое объяснение этому в виде существования пяти независимых систем регуляций движений. Он утверждал, что эти системы регуляции движений (А,В,С,Д,Е) не могут одинаково работать, доля их вклада в движение различна и она может хаотично изменяться с течением времени.

Н.А. Бернштейн в 1947 г. представил системы регуляции движений в виде взаимодействующих систем А,В,С,Д,Е (начиная от древней А- системы). Он утверждал, что обучение системы регуляции движений могут начинаться с С, Д и Е систем (сознания), но в итоге может перейти на А и В уровни. Все непрерывно (и хаотически) изменяется в регуляции движения. Каждая система может произвольно (и хаотически) менять свой вес (вклад) в регуляцию движений и поэтому любое произвольное движение не происходит физически точно. Однако, Бернштейн не мог догадываться о главной роли хаоса в организации любого двигательного акта, о первичности хаоса на уровне НСМ. Иными словами, сейчас в новой теории гомеостаза мы говорим о хаосе в самих системах А,В,С,Д,Е, в нейросетях мозга, в системах регуляции ФСО [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,].

В чем проявляется «неповторимость» любых движений Николай Александрович нам так и не открыл. Более того, год спустя другой гений 20-го века W. Weaver вводит понятие реальности трех разных систем природы [35]. Он утверждал, что существуют детерминированные системы (они описываются хорошо в рамках функционального анализа, как уравнения Хилла, Ходжкин-Хаксли, Лотки-Вольтерра и т.д.). Далее идут статистические системы (*nonorganized complexity*, по W. Weaver) и, наконец, системы третьего типа (СТТ) или организованная сложность (*organized complexity*). Однако, ни Н.А. Бернштейн, ни W. Weaver не дали нам математического аппарата для описания живых систем –

СТТ (*complexity*), неустойчивых *гомеостатических систем* (ГС).

Сейчас нами создается новая теория гомеостаза ФСО, новая *теория хаоса-самоорганизации* (ТХС) и новые модели для описания СТТ (*complexity*), которые мы сейчас обозначаем как особые, гомеостатические системы [2, 11, 13, 24]. Эти ГС обладают особыми свойствами, которых нет у детерминистских и стохастических систем. Эти СТТ-ГС описываются нами в рамках новой теории гомеостаза, которая исключает возможности стохастического подхода в оценке ФСО, любых биосистем.

2. Аргументы в адрес новой трактовки гомеостатического регулирования систем 3-го типа. Прежде всего отметим, что в современной науке (а это *детерминистско – стохастическая наука* ДСН) фундаментальной догмой является повторяемость тех или иных процессов. В детерминизме повторяемость начальных параметров $x(t_0)$ вектора состояния системы $x=x(t)=(x_1, x_2, \dots, x_m)^T$, где x_i параметры ГС, является задачей Коши (для дифференциальных уравнений). Если начальные параметры $x(t_0)$ уникальны (неповторимы), то детерминистский подход применять нельзя. Очевидно, что для ГС мы не можем произвольно повторить их начальные параметры $x(t_0)$ [24].

Эти же условия повторяемости начального состояния $x(t_0)$ для (ГС) касаются и стохастики. В этом случае процесс неизменный, если начальные параметры $x(t_0)$ биосистемы повторимы, а конечное состояние $x(t_k)$ образуют некоторую выборку $\{x(t_k)\}$. Эта выборка должна иметь общую генеральную совокупность. Иными словами, после наблюдений (над пациентом в медицине, например) мы можем получить две (подряд, в неизменном состоянии биосистемы) выборки $\{x(t_k)\}$, которые по критерию Вилкоксона (или другим критериям) с $p \geq 0,05$ мы можем считать эти две выборки принадлежащими одной генеральной совокупности. Фактически, это требование однородности для подряд полученных выборок $x_i(t)$ в неизменном гомеостазе [9, 13, 15, 20, 22, 24].

В любом случае, в физиологии и медицине (как это предполагали W.B. Cannon, П.К. Анохин и Н.А. Бернштейн) мы должны говорить о «повторениях со статистическими повторениями» любой выборки $x(t)$ в конце наблюдения. Повторение процесса лежит в основе любого медицинского наблюдения. Однако, как это ни странно, никто в биомеханике, например, (после 1947 г., т.е. после гипотезы Н.А. Бернштейна о «повторении без повторений»), не пытался многократно повторить измерения ТМГ или *теппинграмм* – ТПГ у одного испытуемого в его неизменном гомеостазе. Никто не проверял: можно ли подряд получить две статистически одинаковые выборки ТМГ или ТПГ у одного человека в неизменном гомеостазе? В физиологии НМС все были уверены в однородности полученных подряд выборок ТМГ или ТПГ для одного испытуемого, в неизменном гомеостазе.

Мы проверили эту догму более 20 лет назад и оказалось, что получить статистическое совпадение подряд двух выборок – задача почти невозможная в НМС. Вероятность p такого события менее $p \leq 0,05!$ Это ничтожная величина, так как обычно в статистике мы считаем, что эта $p \geq 0,95!$ Для иллюстрации этого тезиса достаточно у любого испытуемого подряд (в неизменном гомеостазе) зарегистрировать, например, по 15 ТМГ или по 15 ТПГ и их попарно сравнить. Для этих целей нам было достаточно построить матрицу парных сравнений этих подряд зарегистрированных 15-ти выборок ТМГ (см. табл. 1) или ТПГ (см. табл. 2), чтобы убедиться, что число k пар выборок, которые имеют свои (особые) общие генеральные совокупности не превышают $k_1 \leq 5\%$ (для ТМГ) и $k_2 \leq 15\%$ (для ТПГ). Действительно, в табл. 1 ($k_1=3$) и в табл. 2 ($k_2=12$ для ТПГ) мы не имеем однородные выборки ТМГ или ТПГ. Эти пары ТМГ или ТПГ, которые имеют критерии Вилкоксона $p \geq 0,95$, могут быть отнесены к одной генеральной совокупности (т.е. они статистически совпадают). Однако сами эти генеральные совокупности в табл. 1, например, все разные.

Таблица 1

Матрица парного сравнения выборок ТМГ испытуемого ГДВ (число повторов $N=15$), использовался критерий Вилкоксона (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	0.69	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	0.01	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	0.12
4	0.00	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
5	0.00	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
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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.30	0.02	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	0.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00		0.01	0.00	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01		0.00	0.00	0.00
13	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	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	0.00		0.00
15	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

Таблица 2

Матрица парного сравнения выборок ТПГ испытуемого ГДВ (число повторов $N=15$), использовался критерий Вилкоксона (число совпадений $k_2=12$)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		0.81	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	0.81		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	0.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
6	0.00	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
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.02	0.00	0.00	0.15	0.00	0.06	0.75	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.69	0.00	0.02		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.24	0.00	0.93	0.01	0.01
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00		0.00	0.32	0.00	0.00	0.62
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	0.00	0.24	0.00		0.00	0.60	0.50	0.00
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.32	0.00		0.00	0.00	0.38
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.93	0.00	0.60	0.00		0.01	0.00
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.75	0.00	0.01	0.00	0.50	0.00	0.01		0.00
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.62	0.00	0.38	0.00	0.00	

Эти величины k_1 и k_2 крайне малы, и они показывают долю стохастичности в оценке тремора и теппинга. Эта доля крайне мала. Грубо говоря, мы можем использовать стохастичность в описании тремора с вероятностью $p_1 < 0,05$, а в описании теппинга с $p_2 < 0,15$. Это ничтожные величины, но главное мы имеем $k_1=3$, т.е. мы получили три (разные) генеральные совокупности, а в табл. 2, где $k_2=12$, имеем 12 разных генеральных совокупностей (нет однородных выборок!).

С позиции стохастичности это означает только одно: подряд получаемые выборки ТМГ (или ТПГ) от одного человека (в

неизменном гомеостазе) будут неоднородными. В этом случае процесс нестационарный (хаотический) и мы имеем хаос (непрерывное изменение) статистических функций распределения $f_j(x_i)$ для ТМГ и ТПГ. Это означает, что статистику нецелесообразно использовать в биомеханике (физиологии НМС), т.к. любая выборка будет уникальной. Нет статистической повторяемости выборок – такой объект не является предметом изучения в ДСН, т.е. во всей современной науке! Нужна другая наука и другие модели ТМГ и ТПГ (статистика не работает).

Такие выводы были получены 25-30 лет назад нами, что и было позднее представлено как эффект Еськова-Зинченко в НМС [2, 21, 22, 25, 31, 32, 36]. Далее ЭЭЗ был распространен и на ССС, как главенствующую ФСО человека [4, 10, 16, 18, 24, 27, 37] на работу НСМ [5, 7, 8, 17] и другие сложные биосистемы (все ФСО и ряд других регуляторных систем). Подчеркнем, что кроме ЭЭЗ был открыт еще один эффект, который до настоящего

времени пока еще нами не объясним. Речь идет об *эффекте Еськова-Филатовой* (ЭЭФ). В этом эффекте доказывается, что очень часто один испытуемый (в режиме $n=15$ -ти повторений регистрации ТМГ или ТПГ) может показывать более низкую устойчивость ТМГ или ТПГ (см. табл. 1 и табл. 2), чем группа разных испытуемых (без повторений), что представлено в табл. 3.

Таблица 3

Матрица парного сравнения выборок ТМГ группы испытуемых ($N=15$), использовался критерий Ньюмана-Кейлса (число совпадений $k_3=10$)

	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	0.58	0.00	0.33	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	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.79	0.00	0.17	0.00
4	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.51	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	0.58	0.00	0.00	0.00		0.00	0.81	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.98	0.00	0.25	0.00
8	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00	0.81	0.00		0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00
9	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
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	0.02	0.00	0.04	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.79	0.00	0.00	0.00	0.98	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.78	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	0.48
14	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.78	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	0.00	0.00	0.48	0.00	

Для иллюстрации ЭЭФ мы демонстрируем табл. 3, где матрицы парных сравнений выборок ТМГ разных 15-ти испытуемых показывают большее число совпадений ($k_3=7$), чем в табл. 1 один испытуемый ($k_1=3$). Физиологического объяснения этому эффекту (ЭЭФ) пока мы не дали, хотя это довольно часто встречающиеся в физиологии НМС явления. Однако, первому эффекту (ЭЭЗ) уже найдено объяснение в виде общей схемы регуляции движений человека. Эта схема базируется на иерархической организации любого движения, которая начинается с хаоса в работе мозга, его НСМ, далее, с хаоса в работе мышц (*электромиограмм* - ЭМГ) и всей биомеханической системы (костный аппарат, связки, суставы, кожа). Рассмотрим это более подробно.

3. Иерархическая система организации движений. Общеизвестно, что регуляция тремора, теппинга, и других

видов движения начинается на уровне *центральной нервной системы* (ЦНС) и далее включаются процессы на уровне спинного мозга, работы мышц (организуемых движения) и в итоге включается биомеханический компонент (кости, сухожилия, кожа и т.д.). В целом сейчас мы можем говорить о трехкластерной системе регуляции движений. Подчеркнем, что роль ЦНС уже наглядно демонстрируется в виде табл. 1 и табл. 2. Здесь традиционно тремор считают произвольным движением (в том смысле, что сознание (ЦНС) не может существенно влиять на параметры тремора). Для ТМГ мы имеем самую высокую долю хаоса, всегда $k_1 \leq 5\%$ (см. табл. 1).

Влияние сознания (роль ЦНС) проявляется при организации произвольных движений – теппинга. В табл. 2 величина $k_2=12$, т.е. в 4-ре раза превышает $k_1=3$ для ТМГ (табл. 1) и это наглядно говорит о роли ЦНС (нейросетей

мозга) в управлении произвольным движением. Однако, роль хаоса и здесь огромна (доля стохастики ниже 15%, см. табл. 2). Хаос превалирует над стохастическим порядком, когда выборки ТМГ и ТПГ, их статистические функции $f_j(x_i)$ могли бы с вероятностью $p \geq 0,95$ повторяться (этого нет у нас и в табл. 2, и в табл. 3). Подчеркнем, что у нас были сотни испытуемых (по параметрам ТМГ и ТПГ) и мы построили сотни матриц, которые представлены типичными табл.1,2,3. Везде картина одинакова: доля хаоса для ТМГ более 95%, а для ТПГ – более 85% т.е. хаос статистических функций $f(x_i)$ преобладает над стохастическим порядком. Это доказывает неоднородность всех выборок (как одного человека, так и группы).

Все это означает только одно – статистические методы в биомеханике (физиологии НМС) не эффективны! Возникает базовый для всей физиологии вопрос: какова природа этого хаоса? Для ответа на этот фундаментальный вопрос мы обратились к изучению динамики поведения *электроэнцефалограмм* (ЭЭГ) испытуемых, когда регистрировали подряд (у одного и того же испытуемого в

неизменном гомеостазе) его ЭЭГ и полученные (подряд) выборки $x_i(t)$ сравнивали. В этом случае (как и для НМС, см.табл.1,2,3) мы построили матрицы парных сравнений выборок ЭЭГ. При этом получается устойчивая картина статистической неустойчивости уже ЭЭГ, т.е. на уровне активности нейросетей мозга человека [5, 7, 8, 17, 30].

Для иллюстрации этого тезиса представим табл. 4 парного сравнения выборок ЭЭГ одного и того же испытуемого (в неизменном гомеостазе, релаксация). Из этой табл. 4 следует, что число пар выборок k_4 выросло (сравнительно с k_1, k_2, k_3), но оно всегда не превышает 40%. В табл. 4 мы имеем характерный пример – $k_4=25$. в этом случае число пар выборок ЭЭГ, которые (эти две сравниваемые) мы можем отнести к одной генеральной совокупности, не превышает 40%. Это число k_4 почти в три раза больше, чем мы имеем для произвольного движения (теппинга, см. табл. 2), где $k_2=12$, но это все-таки малая величина. При этом она почти в 9 раз больше, чем k_3 для ТМГ [2, 21, 22, 25, 31, 32, 36, 38].

Таблица 4

Матрица парного сравнения ЭЭГ одного и того же здорового человека (число повторов $N=15$) в период релаксации в отведении Т6-Ref, использовался критерий Вилкоксона (число совпадений $k_4=25$)

	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	0.19	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.04
2	0.00		0.99	0.00	0.06	0.93	0.02	0.25	0.33	0.57	0.00	0.03	0.04	0.00	0.00
3	0.00	0.99		0.00	0.09	0.75	0.03	0.21	0.50	0.95	0.00	0.10	0.10	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.03	0.00	0.51	0.00	0.15	0.00
5	0.00	0.06	0.09	0.00		0.28	0.29	0.00	0.88	0.11	0.00	0.00	0.65	0.00	0.00
6	0.00	0.93	0.75	0.00	0.28		0.11	0.07	0.57	0.39	0.00	0.09	0.40	0.00	0.00
7	0.19	0.02	0.03	0.00	0.29	0.11		0.00	0.09	0.10	0.00	0.00	0.58	0.00	0.01
8	0.00	0.25	0.21	0.02	0.00	0.07	0.00		0.05	0.71	0.00	0.43	0.07	0.00	0.00
9	0.00	0.33	0.50	0.00	0.88	0.57	0.09	0.05		0.08	0.00	0.00	0.60	0.00	0.00
10	0.00	0.57	0.95	0.03	0.11	0.39	0.10	0.71	0.08		0.00	0.18	0.60	0.00	0.00
11	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.30
12	0.00	0.03	0.10	0.51	0.00	0.09	0.00	0.43	0.00	0.18	0.00		0.00	0.01	0.00
13	0.01	0.04	0.10	0.00	0.65	0.40	0.58	0.07	0.60	0.60	0.00	0.00		0.00	0.00
14	0.00	0.00	0.00	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00		0.00
15	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00	0.00	

В итоге сейчас мы говорим о хаосе уже ЭЭГ, т.е. биоэлектрической активности мозга человека, находящегося в неизменном гомеостазе (релаксация). Этот хаос представлен 60% не совпадающих

статистически от всех пар выборок ЭЭГ в подобных (табл. 4) матрицах парных сравнений ЭЭГ. Подчеркнем, что доля хаоса здесь существенно меньше, чем для ТМГ или ТПГ, но она больше 50% (это

устойчивый показатель). Такой результат легко объясним тем, что в головном мозге человека около 90 миллиардов нейронов (вместе с мозжечком) и организовать синхронную работу (в статистическом смысле) всех этих нейронов (и их популяций) невозможно. При микроэлектродной регистрации, ответ нейронов всегда показывает неустойчивые (статические) колебания активности (каждого) нейрона. Аналогично это наблюдается и в виде активности нейронных популяций (т.е. в виде ЭЭГ) [2, 21, 22, 25, 31, 32, 36].

Изменение суммарной активности нейронов мозга человека наблюдается в виде ЭЭГ и эти ЭЭГ не могут показывать статистическую устойчивость (см. табл. 4). Более того Н.А. Бернштейн говорил, что в организации движений участвуют как минимум 5 систем регуляции (А,В,С,Д,Е) и роль (доля вклада) этих пяти систем регуляций непрерывно (и хаотически) изменяется. Эти системы как бы играют в некую хаотическую игру, когда сознание (Д,Е - системы) не периодически вмешиваются в работу всей системы, что проявляется в хаосе движения (у нас ТМГ и

ТПГ). Такая хаотичность работы всех 5-ти систем, популяций разных нейронов мозга, создает хаос в биоэлектрической активности мозга и ЭЭГ демонстрирует четко и устойчиво хаос выборок. Однако, это хаос все - таки еще не так велик, как мы имеем на выходе биомеханической системы (в виде ТМГ и ТПГ).

Далее, целесообразно наблюдать хаос параметров $x_i(t)$ электромиограмм (ЭМГ), которые представляют работу мышц. Этот хаос всегда выше (по значениям k_5 для ЭМГ), чем хаос ЭЭГ. Очевидно, что квазипериодические (точнее сказать, хаотические, $k_4 \leq 40\%$) сигналы управления от ЦНС (от нейросетей мозга) дают суперпозицию с хаосом в работе мышц и в итоге мы имеем разное (в 3-4 раза) снижение доли стохастичности в динамике поведения ЭМГ. Для иллюстрации этого тезиса мы представляем табл. 5, где дано сравнение биоэлектрической активности отводящей мышцы мизинца (*musculus adductor digiti nova* - MADN) при удержании динамометра в неизменном состоянии (сила сжатия динамометра $F_1=100H$).

Таблица 5

Матрица парного сравнения выборок ЭМГ испытуемой ЭКА (N=15) при статической нагрузке ($F_1=100H$), использовался критерий Вилкоксона (число «совпадений» $k_5=9$)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		0.00	0.00	0.00	0.21	0.86	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	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.82	0.00
3	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.38	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	0.21	0.15	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.86	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.29	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	0.00	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	0.29	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.06	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	0.58	0.00
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00		0.00	0.00	0.33
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	0.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.58	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	0.00	0.33	0.00	0.00	

Очевидно, что в табл.5 мы имеем уже более низкие значения k_5 , обычно $k_5 \leq 10\%$ от всех 105 пар сравнения выборок ЭМГ (в табл.5, как и в таблице 1,2,3,4 ранее). Столь низкое значение доли стохастичности может говорить о некоторой суперпозиции хаоса

ЭЭГ (на уровне ЦНС) и хаоса ЭМГ, который частично управляется за счет ЦНС (сжатие динамометра – это произвольное движение).

Однако далее (удержание пальца на определенном расстоянии $x_1(t)$ от датчика

перемещения) уже происходит с учетом не только 2-го кластера (мышц), но и третьего кластера. В этом случае участвует костный аппарат, участвует сухожилия, кожа и т.д. Все эти ткани тоже вносят свою лепту в организацию постурального тремора и на выходе мы имеем суперпозицию хаоса ЦНС (в виде ЭЭГ), хаоса мышц (в виде ЭМГ) и хаоса всей биомеханической системы (кисть, палец с разными тканями). Это классическая трехкластерная система, которая была 35 лет назад подробно изучена В.М. Еськовым в рамках построения *компартиментно - кластерной теории биосистем* (ККТБ) [30].

Эта ККТБ может описывать такие иерархические, трехкластерные системы особым образом так, что мы в итоге получаем матрицы парных сравнений (модельные), некоторые похожи на табл. 1-5. Первый кластер (у нас это ЦНС) генерирует управляющие драйвы, идущие от нейросетей мозга, которые существенно влияют на динамику ЭМГ и ТМГ. На моделях мы можем в итоге получить статистическую неустойчивость низшего (третьего) кластера (ТМГ) в виде $k_l=3$. Еще раз подчеркнем при этом, что в реальных системах управления движением мы имеем постепенное нарастание статического хаоса. Это проявляется в закономерности падения доли стохастичности в виде $k_4=37$ (для ЭЭГ), $k_5=9$ (для ЭМГ) и $k_l=3$ (для ТМГ).

Такое убывание чисел k при переходе от НСМ к ЭМГ и далее к ТМГ доказывает принцип суперпозиции хаоса (его нарастание) статистических функций распределения $f_j(x_i)$ при переходе от 1-го кластера ко 2-му (ЭМГ) и далее к третьему (ТМГ). Такие трехкластерные

иерархические системы в ККТБ описываются системами дифференциальных уравнений (вида (1)) с разрывной правой частью. Это означает, что иногда система резко меняет свои параметры (в модели (1) таким параметром является коэффициент диссипации возбуждения (b) в правой части уравнения). Матрица межкластерных связей в этом случае имеет вид (2), где матрицы A_{ii} описывают внутрикластерные связи, а A_{ji} (при $j \neq i$) – межкластерные связи [6, 13, 14, 30]. Эти модели генерируют матрицы вида табл. 1-5 (см. выше).

Иными словами, мы сейчас можем описывать процессы гомеостаза ФСО и НСМ в рамках трехкомпартиментных систем с иерархической структурой. При этом главная роль все-таки отводится возникновению статистической неустойчивости в системах НМС, т.к. именно мозг и задает свой первичный хаос (1-го кластера). Подчеркнем, что сейчас нам удалось построить модели такой хаотической работы мозга на базе нейроэмуляторов (искусственных нейронных сетей – НЭВМ), которые обеспечивают не только динамику главных диагностических признаков x_i , но и моделируют эвристическую работу мозга. В этом случае врач, имея недостаточно информации о параметрах организма обычно, все – таки правильно ставит диагноз (это называется в кибернетике системным синтезом).

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ: № 18-47-860001 p_a, № 18-07-00162 A

параметры электромиограмм у женщин // Экология человека. – 2018. – № 9. – С. 42-47.

4. Еськов В.М., Белощенко Д.В., Башкатова Ю.В., Иляшенко Л.К. Параметры кардиоинтервалов испытуемых в условиях гипотермии // Экология человека. – 2018. – № 10. – С. 39-45.

5. Еськов В.М., Пятин В.Ф., Еськов В.В., Иляшенко Л.К. Эвристическая работа мозга и искусственные нейронные сети //

Литература

1. Бернштейн Н.А. О построении движений - М.: Медгиз, 1947. – 254 с.
2. Еськов В.В. Проблема статистической неустойчивости в биомеханике и в биофизике в целом // Вестник новых медицинских технологий. – 2018. – Т. 25, № 2. – С. 166-175.
3. Еськов В.В., Белощенко Д.В., Баженова А.Е., Живаева Н.В. Влияние локального холодового воздействия на

Биофизика. – 2019. – Т. 64, № 2. – С. 388-395.

6. Зилов В.Г., Еськов В.В., Фудин Н.А. Экспериментальное обоснование иерархической организации хаоса в нервно-мышечной физиологии // Вестник новых медицинских технологий. – 2019. – Т. 26, № 1. – С. 133-136.

7. Зинченко Ю.П., Еськов В.М., Григорьева С.В., Майстренко В.И. Нейрокомпьютерные модели эвристической деятельности мозга человека // Вестник Московского университета. Серия 14: Психология. – 2018. – № 3. – С. 109-127.

8. Инюшкин А.Н., Филатов М.А., Григорьева С.В., Булатов И.Б. Нейросети мозга и их моделирование с помощью нейроэмуляторов // Вестник новых медицинских технологий. – 2018. – Т. 25, № 4. – С. 304-314.

9. Инюшкин А.Н., Еськов В.М., Мороз О.А., Монастырецкая О.А. Новые представления о гомеостазе и проблема выбора однородной группы // Вестник новых медицинских технологий. – 2018. – Т. 25, № 4. – С. 322-331.

10. Мирошниченко И.В., Башкатова Ю.В., Филатова Д.Ю., Ураева Я.И. Эффект Еськова-Филатовой в регуляции сердечно-сосудистой системы – переход к персонализированной медицине // Вестник новых медицинских технологий. – 2018. – Т. 25, № 2. – С. 200-208.

11. Полухин В.В., Якунин В.Е., Филатова О.Е., Григорьева С.В. Принцип неопределенности биосистем в организации движений // Вестник новых медицинских технологий. – 2018. – Т. 25. – № 4. – С. 265-274.

12. Прохоров С.В., Якунин В.Е., Белощенко Д.В., Башкатова Ю.В. Неопределенность параметров кардиоинтервалов испытуемого в условиях физической нагрузки // Вестник новых медицинских технологий. – 2018. – Т. 25, № 2. – С. 176-187.

13. Пятин В.Ф., Еськов В.В., Алиев Н.Ш., Воробьева Л.А. Хаос параметров гомеостаза функциональных систем организма человека // Вестник новых

медицинских технологий. – 2018. – Т. 25. – № 1. – С. 143-153.

14. Пятин В.Ф., Еськов В.В., Миллер А.В., Ермак О.А. Стохастика и хаос в нейросетях мозга // Клиническая медицина и фармакология. – 2018. – Т. 4, № 4. – С. 14-19.

15. 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.

16. Филатова Д.Ю., Башкатова Ю.В., Филатов М.А., Иляшенко Л.К. Анализ параметров деятельности сердечно-сосудистой системы у школьников в условиях широтных перемещений // Экология человека. – 2018. – № 4. – С. 30-35.

17. Фудин Н.А., Якунин В.Е., Полухин В.В., Григорьева С.В. Использование нейроэмуляторов в медицине и психофизиологии // Вестник новых медицинских технологий. – 2018. – Т. 25, № 4. – С. 258-264.

18. Шакирова Л.С., Филатова Д.Ю., Иляшенко Л.К., Башкатова Ю.В. Интегрально-временные и спектральные параметры сердечно-сосудистой системы детско-юношеского населения Ханты-Мансийского автономного округа - Югры в условиях широтных перемещений // Экология человека. – 2018. – № 11. – С. 32-46.

19. Bernstein N.A. The coordination and regulation of movements // Oxford, UK: Pergamon Press, 1967. – 196 p.

20. Betelin V.B., Eskov V.M., Galkin V.A. and Gavrilenko T.V. Stochastic Volatility in the Dynamics of Complex Homeostatic Systems // Doklady Mathematics. – 2017. – Vol. 95, No. 1. – Pp. 92-94.

21. Eskov V.V., Filatova O.E., Gavrilenko T.V. and Gorbunov D.V. Chaotic Dynamics of Neuromuscular System Parameters and the Problems of the Evolution of Complexity // Biophysics. – 2017. – Vol. 62, No. 6. – Pp. 961-966.

22. 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.

23. Eskov V.M., Eskov V.V., Filatova O.E., Khadartsev A.A., Sinenko D.V. Neurocomputational identification of order parameters in gerontology // Advances in Gerontology. – 2016. – Vol. 6, No. 1. – Pp. 24-28.

24. Eskov V.M., Filatova O.E., Eskov V.V. and Gavrilenko T.V. The Evolution of the Idea of Homeostasis: Determinism, Stochastics and Chaos–Self-Organization // Biophysics. – 2017. – Vol. 62, No. 5. – Pp 809-820.

25. Eskov V.M., Gudkov A.B., Bazhenova A.E., Kozupitsa G.S. The tremor parameters of female with different physical training in the Russian North // Human Ecology [In Russian]. – 2017. – No. 3. – Pp. 38-42.

26. Eskov V.M., Eskov V.V., Gavrilenko T.V. and Vochmina Yu.V. Formalization of the Effect of “Repetition without Repetition” Discovered by N.A. Bernshtein // Biophysics. – 2017. – Vol. 62, No. 1. – Pp. 143-150.

27. 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, No. 3. – Pp. 309-317.

28. Eskov V.M., Bazhenova A.E., Vochmina U.V., Filatov M.A., Ilyashenko L.K. N.A. Bernstein hypothesis in the Description of chaotic dynamics of involuntary movements of person // Russian Journal of Biomechanics. – 2017. – Vol. 21, No. 1. – Pp. 14-23.

29. Filatova D.U., Veraksa A.N., Berestin D.K., Streltsova T.V. Stochastic and chaotic assessment of human's neuromuscular system in conditions of cold exposure // Human Ecology [In Russian]. – 2017. – No. 8. – Pp. 15-20.

30. Filatova O.F., Eskov V.M., Popov Y.M. Computer identification of the optimum stimulus parameters in neurophysiology // International RNSN/IEEE Symposium on Neuroinformatics and Neurocomputers. – 1995. – Pp. 166-172.

31. Filatova O.E., Eskov V.V., Filatov M.A., Ilyashenko L.K. Statistical instability phenomenon and evaluation of voluntary and involuntary movements // Russian Journal of

Biomechanics. – 2017. – Vol. 21, No. 3. – Pp. 224-232.

32. Filatova O.E., Bazhenova A.E., Grigorieva S.V., Ilyashenko L.K. Estimation of the Parameters for Tremograms According to the Eskov–Zinchenko Effect // Biophysics. – 2018. – Vol. 63, No. 2. – Pp. 262-267.

33. 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.

34. Leonov B.I., Grigorenko V.V., Eskov V.M., Khadartsev A.A., and Ilyashenko L.K. Automation of the Diagnosis of Age-Related Changes in Parameters of the Cardiovascular System // Biomedical Engineering. – 2018. – Vol. 52, No. 3. – Pp. 210-214.

35. Weaver W. Science and Complexity. Rockefeller Foundation, New York City // American Scientist. – 1948. – Vol. 36. – Pp. 536-544.

36. 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. 163, No. 1. – Pp. 4-8.

37. Zilov V.G., Khadartsev A.A., Eskov V.V. and Eskov V.M. Experimental Study of Statistical Stability of Cardiac Interval Samples // Bulletin of experimental biology and medicine. – 2017. – Vol. 164, No. 2. – Pp. 115-117.

38. 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.

References

1. Bernshteyn N.A. O postroyenii dvizheniy [On the construction of movements]. - M.: Medgiz, 1947. – 254 s.

2. Es'kov V.V. Problema statisticheskoj neustojchivosti v biomekhanike i v biofizike v celom [The problem of statistical instability in biomechanics and biophysics in general] //

Vestnik novykh medicinskih tekhnologiy [Journal of new medical technologies]. – 2018. – Т. 25, № 2. – С. 166-175.

3. Es'kov V.V., Beloshchenko D.V., Bazhenova A.E., Zhivaeva N.V. Vliyanie lokal'nogo holodovogo vozdeystviya na parametry ehlektromiogramm u zhenshchin [The influence of local cold effects on electromyogram parameters in women] // Ekologiya cheloveka [Human Ecology]. – 2018. – № 9. – С. 42-47.

4. Es'kov V.M., Beloshchenko D.V., Bashkatova Yu.V., Ilyashenko L.K. Parametry kardiointervalov ispytuemykh v usloviyakh gipotermii [Cardiointervals parameters of human body in response to hypothermia] // Ekologiya cheloveka [Human Ecology]. – 2018. – № 10. – С. 39-45.

5. Yes'kov V.M., Pyatin V.F., Yes'kov V.V., Ilyashenko L.K. Evristicheskaya rabota mozga i iskusstvennyye neyronnyye seti [Heuristic Work of the Brain and Artificial Neural Networks] // Biofizika [Biophysics]. – 2019. – Т. 64, № 2. – С. 388-395.

6. Zilov V.G., Yes'kov V.V., Fudin N.A. Eksperimental'noye obosnovaniye iyerarkhicheskoy organizatsii khaosa v nervno-myshechnoy fiziologii [Experimental justification of the chaos hierarchical organization in nervous-muscular physiology] // Vestnik novykh meditsinskih tekhnologiy [Journal of new medical technologies]. – 2019. – Т. 26, № 1. – С. 133-136.

7. Zinchenko Yu.P., Yes'kov V.M., Grigor'yeva S.V., Maystrenko V.I. Neyrokomp'yuternyye modeli evristicheskoy deyatel'nosti mozga cheloveka [Neurocomputer models of the heuristic activity of the human brain] // Vestnik moskovskogo universiteta. Seriya 14. Psikhologiya [Bulletin of Moscow University. Series 14. Psychology]. – 2018. – № 3. – С. 109-127.

8. Inyushkin A.N., Filatov M.A., Grigor'yeva S.V., Bulatov I.B. Neyroseti mozga i ih modelirovaniye s pomoshch'yu neyroemulyatorov [Neural brain networks and their modeling through neural emulators] // Vestnik novykh meditsinskih tekhnologiy [Journal of new medical technologies]. – 2018. – Т. 25, № 4. – С. 304-314.

9. Inyushkin A.N., Yes'kov V.M., Moroz O.A., Monastyretskaya O.A. Novyye predstavleniya o gomeostaze i problema vybora odnorodnoy gruppy [New concepts of homeostasis and the problem of the selection of a homogeneous group] // Vestnik novykh meditsinskih tekhnologiy [Journal of new medical technologies]. – 2018. – Т. 25, № 4. – С. 322-331.

10. Miroshnichenko I.V., Bashkatova Yu.V., Filatova D.Yu., Urayeva Ya.I. Effekt Yes'kova-Filatovoy v regulyatsii serdechno-sosudistoy sistemy – perekhod k personifitsirovannoy meditsine [The effect of Eskov-Filatova in regulation of the cardiovascular system as a transition to individualized medicine] // Vestnik novykh meditsinskih tekhnologiy [Journal of new medical technologies]. – 2018. – Т. 25, № 2. – С. 200-208.

11. Polukhin V.V., Yakunin V.Ye., Filatova O.Ye., Grigor'yeva S.V. Printsip neopredelennosti biosistem v organizatsii dvizheniy [Principle of uncertainty of biosystems in organization of movements] // Vestnik novykh meditsinskih tekhnologiy [Journal of new medical technologies]. – 2018. – Т. 25. – № 4. – С. 265-274.

12. Prokhorov S.V., Yakunin V.Ye., Beloshchenko D.V., Bashkatova Yu.V. Neopredelennost' parametrov kardiointervalov ispytuemogo v usloviyakh fizicheskoy nagruzki [Uncertainty of cardiointervals parameters of the test subject under conditions of physical load] // Vestnik novykh meditsinskih tekhnologiy [Journal of new medical technologies]. – 2018. – Т. 25, № 2. – С. 176-187.

13. Pyatin V.F., Yes'kov V.V., Aliyev N.SH., Vorob'yeva L.A. Haos parametrov gomeostaza funktsional'nykh sistem organizma cheloveka [Chaos of homeostasis parameters of functional systems of the human body] // Vestnik novykh meditsinskih tekhnologiy [Journal of new medical technologies]. – 2018. – Т. 25. – № 1. – С. 143-153.

14. Pyatin V.F., Yes'kov V.V., Miller A.V., Yermak O.A. Stokhastika i khaos v neyrosetyakh mozga [Stochastics and chaos in the neural networks of the brain] // Klinicheskaya meditsina i farmakologiya

[Clinical medicine and pharmacology]. – 2018. – Т. 4, № 4. – С. 14-19.

15. Pyatin V.F., Yes'kov V.V., Filatova O.Ye., Bashkatova Yu.V. Novyye predstavleniya o gomeostaze i evolyutsii gomeostaza [New presentation of human homeostasis and evolution] // Arkhiv klinicheskoy i eksperimental'noy meditsiny [Archive of clinical and experimental medicine]. – 2019. – Т. 28, № 1. – С. 21-27.

16. Filatova D.Yu., Bashkatova Yu.V., Filatov M.A., Ilyashenko L.K. Analiz parametrov deyatelnosti serdechno-sosudistoy sistemy u shkol'nikov v usloviyakh shirotnykh peremeshchenij [Parameter evaluation of cardiovascular system in schoolchildren under the conditions of latitudinal displacement] // Ekologiya cheloveka [Human ecology]. – 2018. – № 4. – С. 30-35.

17. Fudin N.A., Yakunin V.Ye., Polukhin V.V., Grigor'yeva S.V. Ispol'zovaniye neuroemulyatorov v meditsine i psikhofiziologii [The use of neuronal emulators in medicine and psychophysiology] // Vestnik novykh meditsinskih tekhnologiy [Journal of new medical technologies]. – 2018. – Т. 25, № 4. – С. 258-264.

18. Shakirova L.S., Filatova D.Yu., Ilyashenko L.K., Bashkatova Yu.V. Integral'no-vremennyye i spektral'nyye parametry serdechno-sosudistoy sistemy detsko-yunosheskogo naseleniya Khanty-Mansiyskogo avtonomnogo okruga - Yugry v usloviyakh shirotnykh peremeshcheniy [Integrally-temporal and spectral parameters of cardiovascular system of pre-adolescent population of Khanty-Mansi autonomous okrug - Ugra under the conditions of latitudinal displacements] // Ekologiya cheloveka [Human ecology]. – 2018. – № 11. – С. 32-46.

19. Bernstein N.A. The coordination and regulation of movements // Oxford, UK: Pergamon Press, 1967. – 196 p.

20. Betelin V.B., Eskov V.M., Galkin V.A. and Gavrilenko T.V. Stochastic Volatility in the Dynamics of Complex Homeostatic Systems // Doklady Mathematics. – 2017. – Vol. 95, No. 1. – Pp. 92-94.

21. Eskov V.V., Filatova O.E., Gavrilenko T.V. and Gorbunov D.V. Chaotic Dynamics of Neuromuscular System Parameters and the

Problems of the Evolution of Complexity // Biophysics. – 2017. – Vol. 62, No. 6. – Pp. 961-966.

22. 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.

23. Eskov V.M., Eskov V.V., Filatova O.E., Khadartsev A.A., Sinenko D.V. Neurocomputational identification of order parameters in gerontology // Advances in Gerontology. – 2016. – Vol. 6, No. 1. – Pp. 24-28.

24. Eskov V.M., Filatova O.E., Eskov V.V. and Gavrilenko T.V. The Evolution of the Idea of Homeostasis: Determinism, Stochastics and Chaos-Self-Organization // Biophysics. – 2017. – Vol. 62, No. 5. – Pp. 809-820.

25. Eskov V.M., Gudkov A.B., Bazhenova A.E., Kozupitsa G.S. The tremor parameters of female with different physical training in the Russian North // Human Ecology [In Russian]. – 2017. – No. 3. – Pp. 38-42.

26. Eskov V.M., Eskov V.V., Gavrilenko T.V. and Vochmina Yu.V. Formalization of the Effect of “Repetition without Repetition” Discovered by N.A. Bernshtein // Biophysics. – 2017. – Vol. 62, No. 1. – Pp. 143-150.

27. 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, No. 3. – Pp. 309-317.

28. Eskov V.M., Bazhenova A.E., Vochmina U.V., Filatov M.A., Ilyashenko L.K. N.A. Bernstein hypothesis in the Description of chaotic dynamics of involuntary movements of person // Russian Journal of Biomechanics. – 2017. – Vol. 21, No. 1. – Pp. 14-23.

29. Filatova D.U., Veraksa A.N., Berestin D.K., Streltsova T.V. Stochastic and chaotic assessment of human's neuromuscular system in conditions of cold exposure // Human Ecology [In Russian]. – 2017. – No. 8. – Pp. 15-20.

30. Filatova O.F., Eskov V.M., Popov Y.M. Computer identification of the optimum stimulus parameters in neurophysiology // Intrnational RNNS/IEEE Symposium on

Neuroinformatics and Neurocomputers. – 1995. – Pp. 166-172.

31. Filatova O.E., Eskov V.V., Filatov M.A., Ilyashenko L.K. Statistical instability phenomenon and evaluation of voluntary and involuntary movements // Russian Journal of Biomechanics. – 2017. – Vol. 21, No. 3. – Pp. 224-232.

32. Filatova O.E., Bazhenova A.E., Grigorieva S.V., Ilyashenko L.K. Estimation of the Parameters for Tremograms According to the Eskov–Zinchenko Effect // Biophysics. – 2018. – Vol. 63, No. 2. – Pp. 262-267.

33. 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.

34. Leonov B.I., Grigorenko V.V., Eskov V.M., Khadartsev A.A., and Ilyashenko L.K. Automation of the Diagnosis of Age-Related Changes in Parameters of the Cardiovascular System // Biomedical Engineering. – 2018. – Vol. 52, No. 3. – Pp. 210-214.

35. Weaver W. Science and Complexity. Rockefeller Foundation, New York City // American Scientist. – 1948. – Vol. 36. – Pp. 536-544.

36. 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. 163, No. 1. – Pp. 4-8.

37. 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, No. 2. – Pp. 115-117.

38. 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.