

I. БИОМЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ И СИНЕРГЕТИКА

DOI: 10.12737/article_59df7528a6e846.55078774

ГИПОТЕЗА Н.А. БЕРНШТЕЙНА В ОРГАНИЗАЦИИ ДВИЖЕНИЙ

А.Е. БАЖЕНОВА¹, Н.Ш. АЛИЕВ², И.Г. КУРМАНОВ¹, С.В. МАКЕЕВА¹

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

²СДЮШОР «Спартак», 14-й микрорайон, 1, Нефтеюганск, Россия, 628306

Аннотация. Получаемые треморограммы как в спокойном состоянии, так и при статической нагрузке ($F=3H$) демонстрировали глобальную статистическую неустойчивость полученных выборок (их статистических функций распределения $f(x)$), которые невозможно произвольно повторить при одинаковом эксперименте (с аналогичным гомеостазом). Это представляет количественную меру эффекта Еськова-Зинченко в анализе хаотически изменяющихся статистических функций распределения выборок треморограмм. Были рассчитаны среднее число совпадений произвольных пар выборок ($\langle k \rangle$) и стандартные отклонения σ без нагрузки и в условиях воздействия нагрузки $F=3H$, которые показали увеличение числа k пар совпадений выборок треморограмм в условиях статической нагрузки $F=3H$ почти в два раза. Выявлено изменение числа k совпадений произвольных пар выборок в спокойном состоянии: не спортсмены – 2,93, а спортсмены – 2,13.

Ключевые слова: тремор, матрица парного сравнения, эффект Еськова-Зинченко, статическая нагрузка.

HYPOTHESIS OF N.A. BERNSTEIN IN RELATION TO ORGANIZATION OF HUMAN MOVEMENTS

A.E. BAZHENOVA¹, N.SH. ALIEV², I.G. KURMANOV¹, S.V. MAKEEVA¹

¹Surgut State University, Lenin pr., 1, Surgut, Russia, 628400.

²Sports School "Sibiryak", 3-d microdistrict, Nefteyugansk, Russia, 628301

Abstract. The recorded tremorograms both in state of rest and under static load ($F = 3N$) showed global statistical instability of samples (their statistical distribution functions $f(x)$), which cannot be arbitrarily repeated in the same experiment (with similar homeostasis). This represents a quantitative measure of the Eskov-Zinchenko effect in analysis of chaotically changing statistical distribution functions of tremorograms samples. The average number of coincidences between arbitrary pairs of samples ($\langle k \rangle$) and the standard deviations σ without and with physical load ($F = 3N$) were calculated, which showed an increase in number of k pairs of coincidences of the tremorogram samples under conditions of static physical load ($F = 3N$) almost twofold. The change in the number k of coincidences of arbitrary pairs of samples in state of rest is revealed: non-athletes – 2.93, athletes – 2.13.

Key words: tremor, pairwise comparison matrix, Eskov-Zinchenko effect, static load.

Введение. В 1947 г. Н.А. Бернштейн выступил с гипотезой о «повторении без повторений» в организации любого произвольного движения человека. За 70 лет с момента выхода его монографии [13] мы практически не имеем точных аналитических моделей, описывающих динамику поведения тремора, треморограмм (ТМГ). Ряд ученых считает тремор произвольными движениями, но с позиции теории хаоса-самоорганизации (ТХС) все виды движения относятся к

произвольным. Бернштейн Н.А. призывал к разработке системно-структурного подхода в изучении строения и функций различных систем движений и выдвигал теорию о 5-и системах регуляции движений.

Актуальность изучения одной из фундаментальных проблем управления движением, а именно, управление отдельными частями тела человека со стороны мозга, с точки зрения биомеханических и функциональных характеристик, очевидна. Тогда возникает

проблема количественного описания эффекта Еськова-Зинченко [1], в котором наблюдается статистическая неустойчивость параметров движения и который впервые дал количественные подтверждения гипотезы Н.А. Бернштейна [15,16, 21].

Функциональное состояние организма человека в условиях выполнения специфических двигательных задач представляет особый интерес в рамках ТХС, т.к. стохастический подход дает низкую эффективность в количественном описании любого движения [2, 3, 5-7]. В наших исследованиях выполнялся анализ параметров *нервно-мышечной системы* (НМС) человека, который характеризует именно изменения хаотических параметров НМС у женщин при выполнении регулярных физических упражнений. Более того, при целенаправленном управлении физической активностью (в виде спорта) физическая подготовка большинства жителей Севера РФ может обеспечить пролонгацию их жизни [10-12, 20]. Объективная оценка состояний НМС при систематических физических нагрузках требует новых методов обработки данных и расширения диагностических признаков, что становится возможным сейчас с позиции новой ТХС в отношении не только НМС, но и других гомеостатичных систем [4, 8, 9, 14, 17, 18].

В данном сообщении предлагается внедрение традиционных и новых физических методов в биологические исследования на основе метода многомерных фазовых пространств, для изучения особенностей реакции НМС в ответ на дозированные статические нагрузки. При этом вместо традиционного понимания стационарных режимов биосистем в виде $dx/dt=0$, где $x=x(t)=(x_1, x_2, \dots, x_n)^T$ является вектором состояния системы, или при расчете статистических функций распределения $f(x)$, когда стационарный режим требует неизменности этих $f(x)$ для полученных подряд выборок параметра x , мы используем матрицы парных сравнений

выборок [1-6, 19]. Эти движения имеют хаотический характер, т.е. постоянно $dx/dt \neq 0$, а получить для двух соседних выборок $f_j(x_i(t))=f_{j+1}(x_i(t))$ почти невозможно. В этой связи предложены и новые методы расчета хаотической динамики тремора (как якобы произвольного движения).

Целью данного исследования является оценка особенностей хаотической динамики тремора микродвижений верхних конечностей женщин с различной физической подготовленностью без нагрузки и в условиях воздействия статических нагрузок с позиции ТХС.

Объект и методы. В исследовании приняли участие женщины, проживающие на территории округа Югры не менее 5 лет (средний возраст обследуемых – 31 год). В зависимости от степени физической активности было сформировано 2-е группы по 15 человек: 1 – не спортсмены (женщины занимающиеся физическими упражнениями нерегулярно, менее 3-х раз в неделю); 2 – спортсмены (женщины профессионально занимающиеся спортом, имеющие спортивную квалификацию не ниже 1-го взрослого разряда и продолжающие заниматься систематическими физическими упражнениями более 3-х раз в неделю).

У испытуемых регистрировались параметры тремора с помощью биофизического измерительного комплекса, разработанного в лаборатории Биокибернетики и биофизики сложных систем при СурГУ [1, 5, 15-17, 19, 21]. Установка включает металлическую пластинку, которая крепится жестко к пальцу испытуемого, токовихревой датчик, усилитель вместе с *аналого-цифровым преобразователем* (АЦП) и компьютер с оригинальным программным обеспечением. В качестве фазовых координат, помимо координаты $x_1=x_i(t)$ перемещения конечности, использовалась координата скорости перемещения пальца $x_2=dx_1/dt$. Перед испытуемыми стояла задача удержать палец в пределах заданной области,

осознанно контролируя его неподвижность в заданной точке пространства. Каждый испытуемый проходил $N=15$ серий эксперимента, в каждой из которых регистрация тремора проводилась $n=15$ в спокойном состоянии и аналогично ($N=15$, $n=15$) при нагрузке $F=3H$ (груз, прикрепляемый к указательному пальцу).

Статистическая обработка данных осуществлялась при помощи программного пакета «Statistica 10». Анализ соответствия вида распределения полученных данных закону нормального распределения производился на основе вычисления критерия Шапиро-Уилка. При использовании непараметрического парного сравнения ТМГ с помощью критерия Вилкоксона были построены 15 таблиц для каждого испытуемого в спокойном состоянии и 15 в условиях воздействия статической нагрузки $F=3H$ для каждого испытуемого (всего 225 выборок ТМГ).

Регистрируемые с помощью АЦП ТМГ, квантовались с периодом t квантования всех ТМГ, $t=0,01$ сек. и регистрировались в виде файла (общее время регистрации i -й выборки $T=5$ сек., количество точек в раскрытом файле $z=500$). Затем было произведено попарное сравнение дискретных выборок ТМГ для каждого испытуемого на предмет принадлежности всех этих выборок к общей генеральной совокупности (у одного и того же испытуемого, находящегося в определенном гомеостазе).

Результаты исследования и их обсуждение. Особая хаотическая динамика произвольных микродвижений конечностей (тремора пальцев рук), как реакция на статическую нагрузку, проявлялась в изменении числа совпадений произвольных пар выборок (k), которые (пары) можно отнести к одной генеральной совокупности. Для этого рассчитывались матрицы парных сравнений. Отметим, что в эффекте Еськова-Зинченко базовый постулат декларирует отсутствие статистической устойчивости (нет совпадений подряд полученных выборок x_i)

для любых параметров гомеостатичной биосистемы [1-12].

Конкретные (для $N=1$) примеры результатов расчета матриц (15×15) парного сравнения ТМГ (координата $x_i(t)$) испытуемых с различной физической подготовкой показали, что число пар одинаковых выборок невелико ($k_{11}=3$, $k_{12}=6$, $k_{21}=2$, и $k_{22}=4$), но они значительно отличаются как для спортсмена, так и для человека без физической подготовки. В качестве примера в табл. 1 представлена характерная матрица для испытуемого не спортсмена (всего по этой методике получено от каждого испытуемого 225 выборок ТМГ и было построено 15 таких матриц), и находящегося без нагрузки (в свободном состоянии).

Таблица 1

Матрица парного сравнения ТМГ не спортсмена (без нагрузки, число повторов $n=15$), использовался критерий Вилкоксона (значимость $p < 0,05$, число совпадений $k_{11}=3$)

	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	

Одновременно, для каждого такого спокойного состояния эксперимент повторялся, но уже с нагрузкой $F=3H$, регистрировались 225 ТМГ этого же испытуемого (табл. 2).

Итог сравнения 15-ти серий выборок ТМГ у двух разных групп испытуемых в спокойном состоянии и 15-ти серий с грузом $F=3H$ показывает, что отсутствует статистическая устойчивость выборок ТМГ как для спортсмена, так и для не спортсмена. Повторение происходит без статистического «повторения», выборки почти все разные для ТМГ, а получить подряд две одинаковые выборки

(произвольно!) вообще невозможно. Мы имеем хаотический калейдоскоп статистических функций распределения $f(x)$ для ТМГ. В качестве примера представлены результаты испытуемого А – не спортсмена и Б – спортсмена.

Таблица 2

Матрица парного сравнения ТМГ не спортсмена ($F=3Н$, число повторов $n=15$), использовался критерий Вилкоксона (значимость $p<0,05$, число совпадений $k_{12}=6$)

	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	.00	.02	.00	

Среднее значение числа совпадений произвольных пар выборок ТМГ испытуемого – не спортсмена $\langle k_{11} \rangle = 2,93$, что существенно меньше, чем при нагрузке $\langle k_{12} \rangle = 5,67$. Всегда люди без физической подготовки демонстрируют подобные различия между состоянием реальным и состоянием с нагрузкой. Иная ситуация наблюдалась для испытуемого Б, где $\langle k_{21} \rangle = 2,13$ меньше, чем $\langle k_{22} \rangle = 3,13$, но эти различия меньше (по величине), чем различия для испытуемого А. Такая закономерность наблюдалась у всех испытуемых в режиме 225 повторов измерения ТМГ с грузом ($F=3Н$) и без груза, однако величины k_1 и k_2 имели индивидуальный характер (у некоторых испытуемых $\langle k_1 \rangle = 4$, а $\langle k_2 \rangle = 7,4$ и т.д.).

Это доказывает существенные индивидуальные различия в параметрах тремора и ставит под сомнение целесообразность объединения разных людей в статистические группы вообще. Мы сейчас переходим на индивидуальную медицину, где каждый человек имеет свой фазовый портрет в ограниченном (по размерам) фазовом пространстве состояний всего вектора гомеостаза

$x=x(t)=(x_1, x_2, \dots, x_m)^T$, где m может быть очень большим: $m > 10$ или $m > 100$ и т.д. Для тремора такими фазовыми координатами являются: $x_1(t)$ – координата, $x_2(t)=dx_1/dt$ – скорость, $x_3(t)=dx_2/dt$ – ускорение движения конечности в пространстве.

Так же было выявлено, что среднее число совпадений $\langle k \rangle$ у не спортсмена и спортсмена в спокойных условиях несколько отличаются (см. табл. 3), что является маркером тренированности женского населения Югры (или детренированности). Число совпадений $\langle k_{11} \rangle$ (не спортсмена) изначально больше чем $\langle k_{21} \rangle$ (спортсмена): $k_{11} = 2,93 > k_{21} = 2,13$. Соответствующим образом увеличивается среднее число совпадений $\langle k \rangle$ в условиях воздействием статической нагрузки $F=3Н$: $k_{12} = 5,67 > k_{22} = 3,13$. Таким образом, число совпадений произвольных пар выборок (k) женщин спортсменок остается меньше, чем у женщин с низкой физической активностью на всех этапах эксперимента. Данная закономерность наблюдалась у всех испытуемых (15 – не спортсменов, 15 – спортсменов).

Таблица 3

Число совпадений (k_1 и k_2) матриц парного сравнения ТМГ испытуемых А и Б в 15-ти сериях экспериментов (использовался критерий Вилкоксона, $p<0,05$)

№	Испытуемый А (не спортсмен)		Испытуемый Б (спортсмен)	
	Без нагрузки	В условиях нагрузки $F=3Н$	Без нагрузки	В условиях нагрузки $F=3Н$
$\langle k \rangle$	2,93	5,67	2,13	3,13
σ, \pm	2,13	1,99	1,64	1,68

Заключение. Многократные повторения регистрации выборок ТМГ всегда демонстрируют отсутствие статистической устойчивости выборок. Это проявляется в том, что, практически невозможно получить две подряд регистрируемые ТМГ, у которых мы бы наблюдали бы совпадения $f(x)$, т.е. как правило $f_j(x_i) \neq f_{j+1}(x_i)$ для любого номера выборки j . Для тремора любого человека (и

тренированного и нетренированного) вероятность p совпадения этих функций (т.е. что бы $f_j(x_i)=f_{j+1}(x_i)$) – не превышает $p \leq 0,001$. Это крайне малая величина и она доказывает реалистичность эффекта Еськова-Зинченко и ограничивает возможности статистического описания движений. Необходим другой математический аппарат и другие методы описания неизменности движений (или их изменений), т.к. всегда статистические функции $f_j(x_i)$ не будут совпадать (при произвольной выборки x).

Литература

1. Белощенко Д.В., Баженова А.Е., Щипицин К.П., Королев Ю.Ю. Эффект Еськова-Зинченко в организации произвольных движений человека в режиме повторения // Вестник новых медицинских технологий. – 2017. – Т. 24. – № 1. – С. 29-35.
2. Белощенко Д.В., Якунин В.Е., Потетюрин Е.С., Королев Ю.Ю. Оценка параметров электромиограмм у женщин при разном статическом усилии в режиме повторения // Клиническая медицина и фармакология. – 2017. – Т. 3. – № 1. – С. 26-31.
3. Берестин Д.К., Булдин А.Н., Гавриленко Т.В., Даянова Д.Д., Черников Н.А. Хаотическая динамика поведения параметров сердечно-сосудистой системы под воздействием крепких алкогольных напитков // Вестник новых медицинских технологий. – 2013. – Т. 20, № 3. – С. 11-13.
4. Болтаев А.В., Газя Г.В., Хадарцев А.А., Синенко Д.В. Влияние промышленных электромагнитных полей на хаотическую динамику параметров сердечно-сосудистой системы работников нефтегазовой отрасли // Экология человека. – 2017. – № 8. – С. 3-7.
5. Гавриленко Т.В., Берестин Д.К., Дегтярев Д.А., Химиков А.Е., Ключ И.В. Хаотическая динамика параметров произвольных микродвижений тела человека в процессе удержания статической позы // Вестник новых медицинских технологий. – 2013. – Т. 20, № 3. – С. 7-10.
6. Еськов В.В., Гавриленко Т.В., Еськов В.М., Вохмина Ю.В. Феномен статистической неустойчивости систем третьего типа – complexity // Журнал технической физики. – 2017. – Т. 87. – № 11. – С. 1609-1614.
7. Еськов В.М., Филатова О.Е., Еськов В.В., Гавриленко Т.В. Эволюция понятия гомеостаза: детерминизм, стохастика, хаос-самоорганизация // Биофизика. – 2017. – Т. 62. – № 5. – С. 984-997.
8. Зилов В.Г., Хадарцев А.А., Еськов В.В., Еськов В.М. Экспериментальные исследования статистической устойчивости выборок кардиоинтервалов // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2017. – Т. 164. – № 8. – С. 136-139.
9. Филатова О.Е., Майстренко Е.В., Болтаев А.В., Газя Г.В. Влияние промышленных электромагнитных полей на динамику сердечно-сосудистых систем работниц нефтегазового комплекса // Экология и промышленность России. – 2017. – Т. 21. – №7. – С. 46-51.
10. Хадарцев А.А., Еськов В.М. Внутренние болезни с позиции теории хаоса и самоорганизации систем (научный обзор) // Терапевт. – 2017. – № 5-6. – С. 5-12.
11. Широков В.А, Томчук А.Г, Роговский Д.А. Стохастический и хаотический анализ вертебрoneврологических показателей пациентов при остеохондрозе позвоночника в условиях севера // Клиническая медицина и фармакология. – 2017. – Т. 3. – № 1. – С. 34-38.
12. Bashkatova Yu.V., Karpin V.A. General characteristic of human body functional systems in conditions of Khanty-Mansi autonomous Okrug – Ugra // Human Ecology. – 2014. – Vol. 5. – Pp. 9-16.
13. Bernstein N.A. The co-ordination and regulation of movements. – Oxford: Pergamon Press. – 1967.
14. Betelin V.B., Eskov V.M., Galkin V.A., Gavrilenko T.V. Stochastic volatility in the dynamics of complex homeostatic systems //

Doklady Mathematics. – 2017. – Vol. 95. – No. 1. – Pp. 92–94.

15. 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.

16. 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.

17. 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. – 2017. – No. 3. – Pp. 38-42.

18. 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.

19. 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. – 2017. – No. 8. – Pp. 15-20.

20. Khadartsev A.A., Nesmeyanov A.A., Eskov V.M., Filatov M.A., Pab W. Fundamentals of chaos and self-organization theory in sports // Integrative medicine international. – 2017. – Vol. 4. – Pp. 57-65.

21. 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.

References

1. Beloshhenko D.V., Bazhenova A.E., Shhipicin K.P., Korolev Ju.Ju. Jeffect Es'kova-Zinchenko v organizacii neproizvol'nyh dvizhenij cheloveka v rezhime povtoreniya [Eskov-Zinchenko effect: human involuntary movements organization during repetitions] // Vestnik novyh medicinskih tehnologij. – 2017. – T. 24. – № 1. – S. 29-35.

2. Beloshhenko D.V., Jakunin V.E, Potetjurina E.S., Korolev Ju.Ju. Ocenka parametrov jelektromiogramm u zhenshin pri raznom staticheskom usilii v rezhime povtoreniya [Assesment of electromyograms parameters in women with different static physical loads during repetitions] // Klinicheskaja medicina i farmakologija. – 2017. – T. 3. – № 1. – S. 26-31.

3. Berestin D.K., Buldin A.N., Gavrilenko T.V., Dajanova D.D., Chernikov N.A. Haoticheskaja dinamika povedenija parametrov serdechno-sosudistoj sistemy pod vozdejstviem krepkih alkohol'nyh napitkov [Chaotic behavior dynamics parameters of cardiovascular system under the influence of strong alcoholic drink] // Vestnik novyh medicinskih tehnologij. – 2013. – T. 20, № 3. – S. 11-13.

4. Boltaev A.V., Gazja G.V., Hadarcev A.A., Sinenko D.V. Vlijanie promyshlennyh jelektromagnitnyh polej na haoticheskiju dinamiku parametrov serdechno-sosudistoj sistemy rabotnikov neftegazovoj otrasli [The electromagnetic fields effect on chaotic dynamics of cardiovascular system parameters of workers of oil and gas industry] // Jekologija cheloveka. – 2017. – № 8. – S. 3-7.

5. Gavrilenko T.V., Berestin D.K., Degtjarev D.A., Himikov A.E., Kljus I.V. Haoticheskaja dinamika parametrov neproizvol'nyh mikrovdvizhenij tela cheloveka v processe uderzhanija staticheskoj pozy [Chaotic dynamics of parameters of involuntary micro-movements of a human body during the holding static poses] // Vestnik novyh medicinskih tehnologij. – 2013. – T. 20, № 3. – S. 7-10.

6. Es'kov V.V., Gavrilenko T.V., Es'kov V.M., Vohmina Ju.V. Fenomen statisticheskoi neustojchivosti sistem tret'ego tipa – complexity [Static instability phenomenon in type-three secretion systems: complexity] // Zhurnal tehnicheckoj fiziki. – 2017. – T. 87. – № 11. – S. 1609-1614.

7. Ec'kov V.M., Filatova O.E., Ec'kov V.V., Gavpilenko T.V. Jevoljucija ponjatija gomeoctaza: detepminizm, ctioxactika, xaoc-camooporganizacija [Evolution of term homeostasis: determinism, stochastics, chaos-

- self-organisation] // *Biofizika*. – 2017. – Т. 62. – № 5. – С. 984–997.
8. Zilov V.G., Hadarcev A.A., Es'kov V.V., Es'kov V.M. Jeksperimental'nye issledovanija statisticheskoj ustojchivosti vyborok kardiointervalov [The absence of statistical stability in rr-intervals of human body] // *Bjulleten' jeksperimental'noj biologii i mediciny*. – 2017. – Т. 164. – № 8. – С. 136-139.
9. Filatova O.E., Majstrenko E.V., Boltaev A.V., Gazja G.V. Vlijanie promyshlennyh jelektromagnitnyh polej na dinamiku serdechno-sosudistyh sistem rabotnic neftegazovogo kompleksa [The influence of industrial electromagnetic fields on cardio-respiratory systems of oil-gas industry complex female workers] // *Jekologija i promyshlennost' Rossii*. – 2017. – Т. 21. – №7. – С. 46-51.
10. Hadarcev A.A., Es'kov V.M. Vnutrennie bolezni s pozicii teorii haosa i samoorganizacii sistem (nauchnyj obzor) [Internal diseases from the point of the theory of chaos and self-organizing of systems (scientific review)] // *Terapevt*. – 2017. – № 5-6. – С. 5-12.
11. Shirokov V.A, Tomchuk A.G, Rogovskij D.A. Stohasticheskij i haoticheskij analiz vertebronevrologicheskikh pokazatelej pacientov pri osteohondroze pozvonochnika v uslovijah severa [Stochastic and chaotic analysis of vertebroneurological indicators of patients with osteochondrosis of the vertebra in the north] // *Klinicheskaja medicina i farmakologija*. – 2017. – Т. 3. – № 1. – С. 34-38.
12. Bashkatova Yu.V., Karpin V.A. General characteristic of human body functional systems in conditions of Khanty-Mansi autonomous Okrug – Ugra // *Human Ecology*. – 2014. – Vol. 5. – Pp. 9-16.
13. Bernstein N.A. The co-ordination and regulation of movements. – Oxford: Pergamon Press. – 1967.
14. Betelin V.B., Eskov V.M., Galkin V.A., Gavrilenko T.V. Stochastic volatility in the dynamics of complex homeostatic systems // *Doklady Mathematics*. – 2017. – Vol. 95. – No. 1. – Pp. 92–94.
15. 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.
16. 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.
17. 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*. – 2017. – No. 3. – Pp. 38-42.
18. 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.
19. 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*. – 2017. – No. 8. – Pp. 15-20.
20. Khadartsev A.A., Nesmeyanov A.A., Eskov V.M., Filatov M.A., Pab W. Fundamentals of chaos and self-organization theory in sports // *Integrative medicine international*. – 2017. – Vol. 4. – Pp. 57-65.
21. 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.