

15. Es'kov VM, Polukhin VV, Derpak VYu, Pashnin AS. Matematicheskoe mode-lirovanie neproizvol'nykh dvizheniy v norme i pri patologii. Slozhnost'. Razum. Postneklassika. 2015;2:75-86. Russian.

16. Es'kov VM, Filatova OE, Fudin NA, Khadartsev AA. Novye metody izucheniya intervalov ustoychivosti biologicheskikh dinamicheskikh sistem v ramkakh kompartmentno-klasternogo podkhoda. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2004;11(3):5-6. Russian.

17. Es'kov VM, Filatova OE, Fudin NA, Khadartsev AA. Novye metody izucheniya intervalov ustoychivosti biologicheskikh dinamicheskikh sistem v ramkakh kompartmentno-klasternogo podkhoda. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2004;11(3):5-6. Russian.

18. Rusak SN, Molyagov DI, Bikmukhametova LM, Filatova OE. Bioinformatsionnye tekhnologii v analize fazovykh portretov pogodno-klimaticheskikh faktorov v m-mernom prostranstve priznakov. Slozhnost'. Razum. Postneklassika. 2014;3:24-8. Russian.

19. Eskov V.M., Filatova O.E. Problem of identity of functional states in neuronal networks. Biophysics. 2003;48(3):497-505.

20. Eskov VM, Gavrilenko TV, Vokhmina YV, Zimin MI, Filatov MA. Measurement of chaotic dynamics for two types of tapping as voluntary movements. Measurement Techniques. 2014;57(6):720-4.

21. Khadartsev AA, Nesmeyanov AA, Eskov VM, Fudin NA, Kozhemov AA. The foundations of athletes' training based on chaos theory and self-organization. Theory and Practice of Physical Culture. 2013;9:23.

DOI: 10.12737/18811

ПОНЯТИЕ ПРОИЗВОЛЬНЫХ ДВИЖЕНИЙ С ПОЗИЦИЙ ЭФФЕКТА ЕСЬКОВА-ЗИНЧЕНКО В ПСИХОФИЗИОЛОГИИ ДВИЖЕНИЙ

М.А. ФИЛАТОВ, Н.А. ВЕРАКСА, Д.Ю. ФИЛАТОВА, Т.Ю. ПОСКИНА

БУ ВО Ханты-Мансийского автономного округа – Югры «Сургутский государственный университет», ул. Ленина, 1, Сургут, Россия, 628400

Аннотация. Шестьдесят лет назад российский физиолог и психолог Н.А. Бернштейн пытался представить эффект «повторение без повторения», который и до настоящего времени так и не изучен. Количественное описание этого эффекта в виде эффекта Еськова-Зинченко выполнено на основе построения матриц парных сравнений выборок в условиях многократных повторений регистрации движений. Результаты демонстрируют различия между произвольными (теппинг) и непроизвольными (постуральный тремор) движениями. Доказывается возможность хаотической оценки определённых различий между этими движениями. Представлены новые методы расчёта психофизиологических параметров человека на основе эффекта Еськова-Зинченко, который демонстрирует сохранение параметров квазиаттракторов и хаотический калейдоскоп статистических функций распределения $f(x)$ получаемых выборок, спектральных плотностей сигналов и их автокорреляционных функций $A(t)$.

Ключевые слова: тремор, теппинг, хаос, квазиаттракторы.

THE VOLUNTARY MOVEMENTS ACCORDING TO EFFECT ESKOVA-ZINCHENKO IN PSYCHOPHYSIOLOGY OF MOVEMENTS

M.A. FILATOV, N.A. VERAкса, D.YU. FILATOVA, T.Y. POSKINA

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

Abstract. Sixty years ago the outstanding Russian physiologist and psychologist N.A. Bernstein tray to prenent the effect of "repetition without repetition" up to the present time has not been studied. Quantitative description of this effect in the form of effect Eskova-Zinchenko is made on the basis of the construction of matrices of pairwise comparisons of the samples under

conditions of multiple repetitions of a motion. The results show differences between arbitrary (tapping) and involuntary (postural tremor) movements. It is proved the possibility of chaotic evaluation of certain differences between the two movements. Presents new methods for calculating physiological parameters of a person on the basis of the effect Eskova-Zinchenko, which demonstrates the preservation of parameters of quasi-attractors and chaotic kaleidoscope of statistical functions of distribution $f(x)$ of the obtained samples, the spectral densities of the signals and their autocorrelation functions $A(t)$.

Key words: tremor, tapping, chaos, quasi-attractors.

Введение. Эффект «повторение без повторения», который Бернштейн обосновал ещё в 1947 г. [6, стр. 363], так и не был количественно изучен психологической и физиологической наукой конца 20-го и начала 21-го века. Понятие термина «без повторений» до настоящего времени не расшифровано количественно и этот термин не вошёл в практическую психофизиологию [9,12,18]. Что изменяется и что не изменяется при реализации любого произвольного (или непроизвольного) движения человека?

Настоящее сообщение посвящено эффекту Еськова-Зинченко на примере произвольных (с участием *высшей нервной деятельности* – ВНД) движений – теппинга, и непроизвольных (якобы) движений – постурального тремора. При этом и одновременно даётся расшифровка главного понятия Н.А. Бернштейна – без повторений. Что такое отсутствие «повторений» в биомеханике с позиций традиционной *детерминистской и стохастической науки* (ДСН) и с позиций разрабатываемой сейчас *теории хаоса-самоорганизации* (ТХС). С использованием матриц парных сравнений выборок и расчёта параметров *квазиаттракторов* (КА) представлено количественное различие в выполнении повторяющихся движений без повторений. Показано отсутствие «повторений» для биомеханических систем, которое обычно в современной науке проявляется в состоянии $dx/dt \neq 0$ для детерминистских стационарных режимов (у нас $dx/dt \neq 0$) любого вектора состояния биосистем $x=x(t)=(x_1, x_2, \dots, x_m)^T$ [1-3].

Оказывается, что для любой j -й серии экспериментов невозможно произвольно получить равенство для статистических функций $f(x)$ в виде: $f_j(x)=f_{j+1}(x)$, что до настоящего времени в психофизиологии (и психологии в целом) даже не проверялось.

Это даёт количественную интерпретацию термина «без повторений» Н.А. Бернштейна, когда две выборки $x(t)$, характеризующие любые движения у одного и того же испытуемого, невозможно повторить произвольно два раза [5-12]. Такой результат ставит под сомнение любые данные в психофизиологии, т.к. возникает глобальная неопределённость в изучении состояния психики испытуемых (с какой из возможных 100 разных выборок следует работать?) [12-18]. При этом параметры КА остаются почти неизменными, что характерно для всех *систем третьего типа* (СТТ) [1-3, 7-15].

Объекты и методы исследований.

Исследования проводились на 30-ти добровольцах: группа из 15-ти женщин (средний возраст 24 года) и группа из 15-ти мужчин (средний возраст 25 лет), без жалоб и патологий, согласно Хельсинской декларации. Регистрация треморограмм и теппинграмм производилась у каждого испытуемого многократно (серия состояла из $N=15$ -й регистраций тремора или теппинга по $\Delta t=1$ мин. в одних наблюдениях). Тогда общее число выборок для тремора составило $30 \times 15=450$ треморограмм по 1 мин. Аналогичное число было получено для теппинга (450 теппинграмм с $N=15$ -тью повторами выборок для каждого отдельного испытуемого).

Для регистрации треморограммы использовался токовихревой датчик с колебательным контуром (частота 1 МГц) и усилителем. Датчик обеспечивал широкий частотный (ν) диапазон регистрации (от 0 Гц до 1000 Гц) и минимальную амплитудную регистрацию 0,01 мм, т.е. точность Δx . Такие частотные диапазоны и точность Δx исключали погрешности традиционно используемых акселерометров и других типов регистраторов [9,12,14-18].

Треморogramмы и теппинграммы квантовались с периодом дискретизации $t_1=10$ мсек и записывались в виде файлов в ЭВМ. Обработка данных производилась в виде матриц парных сравнений выборок (по 1 мин.) с помощью критерия Вилкоксона. При этом сравнивались все пары, т.е. строилась для каждой серии матрица 15×15 , из которой изымались диагональные элементы. Оставшиеся 105 пар из полученной матрицы давали полное представление о возможности (или невозможности) совпадения пар выборок треморограмм и теппинграмм. Определялось число пар k , которые можно было отнести к одной генеральной совокупности, это и есть термин «совпадение» в рамках стохастики Н.А. Бернштейна. Строились матрицы парных сравнений выборок и определялись не только число k – число совпадений пар, но и возможность совпадения подряд 3,4-х и более выборок (полученных подряд) [12-18].

Главной переменной было расстояние $x_1(t)$ между пальцем с металлической пластиной (2) и токовихревым датчиком. Одновременно рассчитывалась первая производная (скорость) $x_2(t)$ от x_1 , т.е. $x_2(t)=dx_1/dt$, и 2-я производная $x_3(t)=dx_2/dt$ – ускорение. В таких двумерных $(x^2=x(t)=(x_1, x_2)^T$ и трёхмерных $(x^3=x(t)=(x_1, x_2, x_3)^T$ фазовых пространствах состояний строились фазовые траектории движения пальца (тремора и теппинга, отдельно). Ограниченные объёмы этих фазовых пространств (в виде площади S и объёма V для x^2 и x^3 соответственно) рассчитывались как количественные величины и определялись координаты центра для S и V в виде x_{ic} . Параметры S , V и координаты центра x_{ic} являлись параметрами квазиаттракторов, внутри которых хаотически и непрерывно двигался вектор x^2 (или x^3), т.е. непрерывно мы наблюдали $dx/dt \neq 0$ [9,12].

Результаты и их обсуждение. Постуральный тремор представляет попытку испытуемого удерживать конечность (палец) в данной точке пространства и поэтому эти движения (тремор) протекают с участием сознания, ВНД (т.е. произвольно). Выполнение же такого движения (якобы покоя) происходит хаотично, т.к. любой испытуе-

мый не может произвольно повторить не только любую выборку как треморограмм, так и теппинграмм, но и их *спектральные плотности сигнала* (СПС), и их *автокорреляционные функции* $A(t)$ для этих же выборок. Любые статистические характеристики любых произвольных движений не могут быть произвольно воспроизведены, всё хаотически изменяется [15-18]. Все три нобелевских лауреата [19-21] это не учитывали и ошибались в своих попытках описать СТТ динамическим хаосом.

Получаемые разово выборки треморограмм и теппинграмм являются одной из тысячи разных. Якобы постоянные, состояния системы регуляции тремора или произвольного движения – теппинга при этом непрерывно изменяются. Именно это пытался сказать в 1947 и 1957 г.г. Н.А. Бернштейн [6], но количественного описания и подтверждения этого разнообразия тогда не было представлено. Спустя 70 лет, сейчас, мы изучаем эффект Еськова-Зинченко, который реально и количественно показывает отсутствие повторений движений. Сейчас это представляется в виде матриц парных сравнений выборок, (табл. 1, 2, 3 ниже), получаемых от одного испытуемого подряд, находящегося в одном гомеостазе.

В табл. 1 представлена матрица парных сравнений треморограмм для одного испытуемого ГДВ при повторных ($n=1, 2, \dots, N, N=15$) регистрациях треморограмм (подряд по 1 мин.) и расчётов функций распределения $f(x)$. Здесь число пар совпадений выборки $k_1=4$. А в табл. 2 для этих же 15-ти выборок треморограмм мы представляем матрицу парных сравнений их СПС, здесь $k_2=25$. Наконец, в табл. 3 мы для этих же 15-ти выборок треморограмм представляем матрицу парных сравнений выборок их *автокорреляционных функций* $A(t)$, здесь $k_3=35$. Легко видеть, что во всех трёх таблицах общее число k пар, для которых возможно совпадение выборок (фактически, «совпадение» обозначает возможность отнесения этих двух выборок к одной генеральной совокупности), не превышает $k_3=35$ (это максимум k_3 в табл. 3).

Таблица 1

Матрица парного сравнения 15-ти треморограмм одного испытуемого ГДВ при повторных экспериментах ($k_1=4$), по критерию Вилкоксона (для непараметрического распределения)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.44	0.00	0.00	0.01	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		0.33	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33		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	0.01	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.90
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.88	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.88		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	0.00	0.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00
14	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	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	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

Таблица 2

Матрица парного сравнения 15-ти СПС треморограмм одного испытуемого ГДВ при повторных экспериментах ($k_2=25$), по критерию Вилкоксона (для непараметрического распределения)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		0.00	0.95	0.01	0.00	0.13	0.77	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.68	0.00	0.58
2	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.95	0.00		0.01	0.00	0.15	0.56	0.00	0.00	0.01	0.00	0.48	0.38	0.00	0.60
4	0.01	0.00	0.01		0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01
5	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.11	0.74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.13	0.00	0.15	0.00	0.00		0.17	0.00	0.00	0.02	0.00	0.60	0.13	0.00	0.29
7	0.77	0.00	0.56	0.07	0.00	0.17		0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.66	0.00	0.75
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	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	0.74	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.08	0.01	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00		0.02	0.06	0.00	0.00	0.00
11	0.00	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02		0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.02	0.00	0.48	0.00	0.00	0.60	0.01	0.00	0.00	0.06	0.00		0.12	0.00	0.17
13	0.68	0.00	0.38	0.01	0.00	0.13	0.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12		0.00	0.54
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	0.58	0.00	0.60	0.01	0.00	0.29	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.54	0.00	

Анализ около 1000 выборок треморограмм показал общую закономерность для тремора: число k пар совпадений выборок треморограмм (по их функциям $f(x)$) обычно укладывается в 3-6 % от общего числа. Для 15-ти выборок мы будем иметь 105 независимых пар сравнения. В табл. 1 мы

имеем характерный пример, когда $k_1=4$ для испытуемого ГДВ при измерениях подряд 15-ти треморограмм. Обычно для СПС тремора мы имеем $k_2 \approx 20\%$ от общего числа. В нашем примере в табл. 2 мы имеем $k_2=25$ число пар совпадений сравниваемых СПС. Наконец, для автокорреляционных функ-

ций $A(t)$ обычно $k_3 \approx 30\%$, что представлено в нашем примере табл. 3 величиной $k_3=35$ (из 105 независимых выборок сравнений). Эффект Еськова-Зинченко имеет чёткую количественную закономерность для тремора и для теппинга (произвольные движения) в психофизиологии, которая проявляется в величине k .

Для теппинга (пример произвольных движений) картина получается несколько иной: число k_4 совпадений пар выборок теппинграмм всегда больше в 4-5 раз, чем для тремора. В табл. 4 для этого же испытуемого мы получаем $k_4=13$, что почти в 4-е

Таблица 3

Матрица парного сравнения 15-ти автокорреляционных функций $A(t)$ треморограмм одного испытуемого ГДВ при повторных экспериментах ($k_3=35$), по критерию Вилкоксона (для непараметрического распределения)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		0.30	0.00	0.00	0.00	0.07	0.50	0.00	0.02	0.53	0.16	0.16	0.00	0.48	0.22
2	0.30		0.00	0.00	0.31	0.48	0.11	0.00	0.37	0.04	0.01	0.01	0.00	0.53	0.02
3	0.00	0.00		0.30	0.05	0.00	0.00	0.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.30		0.07	0.02	0.00	0.45	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.31	0.05	0.07		0.20	0.00	0.07	0.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00
6	0.07	0.48	0.00	0.02	0.20		0.03	0.00	0.41	0.01	0.00	0.00	0.00	0.60	0.00
7	0.50	0.11	0.00	0.00	0.00	0.03		0.00	0.01	0.90	0.12	0.34	0.00	0.19	0.58
8	0.00	0.00	0.84	0.45	0.07	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.02	0.37	0.00	0.01	0.49	0.41	0.01	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.46	0.00
10	0.53	0.04	0.00	0.00	0.00	0.01	0.90	0.00	0.00		0.66	0.24	0.01	0.03	0.73
11	0.16	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00	0.66		0.77	0.10	0.01	0.74
12	0.16	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.34	0.00	0.00	0.24	0.77		0.01	0.01	0.65
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.10	0.01		0.00	0.00
14	0.48	0.53	0.00	0.00	0.02	0.60	0.19	0.00	0.46	0.03	0.01	0.01	0.00		0.02
15	0.22	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.58	0.00	0.00	0.73	0.74	0.65	0.00	0.02	

Таблица 4

Матрица парного сравнения 15-ти теппинграмм одного испытуемого ГДВ при повторных экспериментах ($k_4=13$), по критерию Вилкоксона (для непараметрического распределения)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		0.28	0.00	0.33	0.00	0.88	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00
2	0.28		0.31	0.00	0.00	0.00	0.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07
3	0.00	0.31		0.00	0.00	0.00	0.32	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.22
4	0.33	0.00	0.00		0.09	0.84	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	0.09		0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
6	0.88	0.00	0.00	0.84	0.03		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.03	0.00
7	0.01	0.52	0.32	0.00	0.00	0.00		0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.34
8	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.04	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	0.04		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	0.76	0.00	0.00
12	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.26	0.00
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.76	0.00		0.00	0.00
14	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.26	0.00		0.00
15	0.00	0.07	0.22	0.00	0.00	0.00	0.34	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

раза больше, чем для тремора (см. табл. 1). Однако, результаты повторных экспериментов и расчёта матриц парных сравнений СПС и $A(t)$ для теппинга тоже получаются несколько другими в сравнении с тремором. При этом, из табл. 3 следует, что $A(t)$ не стремится к нулю с нарастанием t . Всегда имеются повторы $A(t)$, что противоречит динамическому хаосу Wheeler J.A., Prigogine I.R. и Gell-Mann M. [19-21]. В динамическом хаосе $A(t) \rightarrow 0$ при $t \rightarrow \infty$, а у нас наблюдаются совпадения $A(t)$ с

ростом t , но при этом $A(t)$ не стремится к нулю и нет инвариантности мер. СТТ не могут показывать аттрактор Лоренца и значит три нобелевских лауреата ошибались. В эффекте Еськова-Зинченко нет динамического хаоса [15-18].

Для СПС величина $k_5=54$ даёт почти половину от общего числа 105, а величина k_6 для $A(t)$, наоборот, резко уменьшается в сравнении с k_5 до величины $k_6=26$. Для теппинга наблюдается резкое увеличение числа пар совпадений выбо-

рок (в 4-5 раз против тремора), но при этом число совпадений пар *автокорреляционных функций* $A(t)$ несколько изменяется ($k_6=26$ против $k_3=35$). Одновременно, резко возрастает и число пар совпадений выборок для СПС, полученных подряд 15-ти теппинграмм ($k_5=54$ против $k_2=25$ для треморограмм). Спектральные плотности у теппинга более повторяемы в рамках стохастики (большее число пар k совпадений выборок) в их сравнении с СПС тремора.

Если многократно повторять серии по 15-ть выборок треморограмм у одного и того же человека (которые тоже получены подряд), то статистическая оценка каждой серии не покажет существенного различия между объемом V_G (или площадью S) квазиаттракторов в каждой серии. При изменении физиологического (физического) статуса испытуемого параметры квазиаттракторов тоже изменяются [8-12].

Таблица 5

Значения площадей квазиаттракторов выборок ТМГ и ТПГ испытуемого ГДА при 15-ти повторях экспериментов (время регистрации $T=5$ сек)

	$S_1 \times 10^{-6}$ для тремора	$S_2 \times 10^{-6}$ для теппинга
1	1.57	31.3
2	1.33	29.2
3	1.70	28.9
4	1.17	25.8
5	0.87	29.5
6	2.93	22.0
7	2.08	27.3
8	0.89	17.7
9	0.79	26.9
10	2.03	24.8
11	3.31	23.7
12	0.98	22.9
13	1.31	32.8
14	1.87	36.4
15	1.19	37.5
<S>	1.60	27.8
Т-критерий, значимость функций $f(x)$ $p=0,00$		

В качестве примера представим характерную табл. 5, иллюстрирующую различие параметров квазиаттракторов треморограмм (ТМГ) и теппинграмм (ТПГ) для одного испытуемого. При 15-ти повторях измерений треморограмм и теппинграмм испытуемого ГДА (длительность регистрации $T=5$ сек.) мы имеем среднее значение площади квазиаттрактора $S_1=1,06$ (отметим, что другие серии из 15-ти повторов не давали статистического отличия от этой, первой серии). При регистрации теппинга площадь квазиаттрактора существенно увеличилась до $S_2=27,8$.

Сознательное управление (за счёт ВНД у теппинга) увеличивает размеры квазиаттрактора (почти в 20 раз) и в 3 раза увеличивает число пар совпадений выборок. Различие между двумя выборками (см. табл. 5) площадей квазиаттракторов было существенным, т.к. критерий Вилкоксона $p=0,00$ (критическое $p=0,05$).

Выводы:

1. Существуют различия между произвольными и непроизвольными движениями: всегда k_4 для теппинга в 4-5 раз больше, чем k_1 для тремора и в этом заключается различие между хаосом произвольного движения (теппинга) и хаосом непроизвольного движения (тремора). Мы всегда имеем превышение числа пар совпадений распределений СПС теппинга в сравнение с СПС для тремора, что характерно для эффекта Еськова-Зинченко.

2. Характерно, что пропорции для k_1 и k_4 , а также для СПС и $A(t)$ имеют индивидуальные особенности и зависят от психического и физиологического статуса испытуемых, от их эмоционального статуса. Собственно об этом говорил и Н.А. Бернштейн, описывая четыре типа систем регуляции (уровни регуляции) в виде: палеокинетических регуляций рубро-спинальный уровень **А**; **В** уровень синергий и штампов (таламо-паллидарный уровень); пирамидно-стриальный уровень пространственного поля **С**; теменно-премоторный уровень действий **Д**.

3. Все перечисленные уровни участвуют в организации нами изучаемых движений (тремор и теппинг) с постоянно ме-

няющейся модальностью (их вкладом в организацию движений). Возникает некоторая "игра", которую мы наблюдаем как эффект повторения движений без повторений.

4. Неизменность параметров квазиаттракторов характеризует неизменность гомеостатического статуса психофизиологических функций испытуемых. Сейчас мы можем говорить о новой трактовке эффекта Бернштейна и о новом понимании хаоса и гомеостатичности психических и психофизиологических функций испытуемых в виде эффекта Еськова-Зинченко. В последнем случае мы имеем хаос статистических характеристик и стационарность параметров квазиаттракторов (это и есть психофизиологический гомеостаз).

Литература

1. Адайкин В.А., Добрынина И.Ю., Добрынин Ю.В., Еськов В.М., Лазарев В.В. Использование методов теории хаоса и синергетики в современной клинической кибернетике // Сибирский медицинский журнал (Иркутск). 2006. Т. 66, № 8. С. 38–41.

2. Адайкин В.И., Брагинский М.Я., Еськов В.М., Русак С.Н., Хадарцев А.А., Филатова О.Е. Новый метод идентификации хаотических и стохастических параметров экосреды // Вестник новых медицинских технологий. 2006. Т. 13, № 2. С. 39–41.

3. Адайкин В.И., Берестин К.Н., Глушук А.А., Лазарев В.В., Полухин В.В., Русак С.Н., Филатова О.Е. Стохастические и хаотические подходы в оценке влияния метеофакторов на заболеваемость населения на примере ХМАО-Югры // Вестник новых медицинских технологий. 2008. Т. 15, № 2. С. 7–9.

4. Анохин П.К. Кибернетика функциональных систем. М.: Медицина, 1998. 285 с.

5. Аушева Ф.И., Добрынина И.Ю., Мишина Е.А., Полухин В.В., Хадарцева К.А. Системный анализ суточной динамики показателей сердечно-сосудистой системы у больных при артериальной гипертензии // Вестник новых медицинских технологий. 2008. Т. 15, № 4. С. 208–210.

6. Бернштейн Н.А. Биомеханика и физиология движений. Под ред. В.П. Зинченко. Институт практической психологии. 1997. 607 с.

7. Брагинский М.Я., Еськов В.М., Русак С.Н., Шипилова Т.Н. Влияние хаотической

динамики метеофакторов на показатели кардио-респираторной системы человека в условиях Севера // Вестник новых медицинских технологий. 2006. Т. 13, № 1. С. 168–170.

8. Брагинский М.Я., Балтикова А.А., Козлова В.В., Майстренко Е.В. Исследование функциональных систем организма студентов Югры в условиях мышечной нагрузки методом фазового пространства // Современные наукоемкие технологии. 2010. № 12. С. 23–24.

9. Гавриленко Т.В., Баженова А.Е., Балтикова А.А., Башкатова Ю.В., Майстренко Е.В. Метод многомерных фазовых пространств в оценке хаотической динамики тремора // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2013. № 1. Публикация 1-5. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2013-1/4340.pdf> (Дата обращения: 15.04.2013).

10. Еськов В.М., Газя Г.В., Майстренко Е.В., Болтаев А.В. Влияние промышленных электромагнитных полей на параметры сердечно-сосудистой системы работников нефтегазовой отрасли // Экология и промышленность России. 2016. № 1. С. 59–63.

11. Еськов В.М., Еськов В.В., Вохмина Ю.В., Гавриленко Т.В. Эволюция хаотической динамики коллективных мод как способ описания поведения живых систем // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 3. Физ. Астрон. 2016. № 2.

12. Козлова В.В., Голушков В.Н., Ведясова О.А., Майстренко Е.В. Измерение Расстояний между центрами квазиаттракторов вектора состояния организма тренированных и нетренированных г.Самары и г.Сургута // Ученые заметки ТОГУ. 2010. Т. 1, № 1. С. 27–30.

13. Русак С.Н., Козупица Г.С., Буров И.Г., Митющенко Н.А. Хаотическая динамика метеофакторов в условиях азиатского Севера РФ (на примере ХМАО-Югры) // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2013. № 3. С. 13–20.

14. Eskov, V.M., Filatova, O.E. Problem of identity of functional states in neuronal networks // Biophysics. 2003. Vol. 48(3). P. 497–505.

15. Eskov V.M., Eskov V.V., Filatova O.E. Medical and biological measurements: characteristic features of measurements and modeling for biosystems in phase spaces of states // Measurement Techniques. 2011. Vol. 53 (2). P. 1404–1410.

16. Eskov V.M., Gavrilenko T.V., Kozlova V.V., Filatov M.A. Measurement of the dynamic parameters of microchaos in the behavior of living biosystems // Measurement Techniques. 2012. Vol. 55 (9). P. 1096–1101.

17. Eskov V.M. Evolution of the emergent properties of three types of societies: the basic law of human development // E:CO Emergence: Com-

plexity and Organization. 2014. Т. 16, № 2. P. 107–115.

18. Eskov V.M., Eskov V.V., Gavrilenko T.V., Vochmina J.V. Biosystem kinematics as evolution: Stationary modes and movement speed of complex systems: Complexity // Moscow University Physics Bulletin. 2015. Vol. 70 (2). P. 140–152.

19. Gell-Mann M. Fundamental Sources of Unpredictability // Complexity. 1997. Vol. 3, №1. P. 13–19.

20. Prigogine I. The Die Is Not Cast // Futures. Bulletin of the World Futures Studies Federation. 2000. Vol. 25, № 4. P. 17–19.

21. Wheeler J.A. Information, physics, quantum: the search for links. In Feynman and Computation: Exploring the Limits of Computers, ed A.J.G. Hey. 1999, p. 309.

References

1. Adaykin VA, Dobrynina IYu, Dobrynin YuV, Es'kov VM, Lazarev VV. Ispol'zovanie metodov teorii khaosa i sinergetiki v sovremennoy klinicheskoy kibernetike. Sibirskiy meditsinskiy zhurnal (Irkutsk). 2006;66(8):38-41. Russian.

2. Adaykin VI, Braginskiy MYa, Es'kov VM, Rusak SN, Khadartsev AA, Filatova OE. Novyy metod identifikatsii khaoticheskikh i stokhasticheskikh parametrov ekosredy. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2006;13(2):39-41. Russian.

3. Adaykin VI, Berestin KN, Glushchuk AA, Lazarev BV, Polukhin VV, Rusak CN, Filatova OE. Stokhasticheskie i khaoticheskie podkhody v otsenke vliyaniya meteofaktorov na zabolevaemost' naseleniya na primere KhMAO-Yugry. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2008;15(2):7-9. Russian.

4. Anokhin PK. Kibernetika funktsional'nykh sistem. Moscow: Meditsina; 1998. Russian.

5. Ausheva FI, Dobrynina IYu, Mishina EA, Polukhin VV, Khadartseva KA. Sistemnyy analiz sutochnoy dinamiki pokazateley serdechnosudistoy sistemy u bol'nykh pri arterial'noy gipertenzii. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2008;15(4):208-10. Russian.

6. Bernshteyn NA. Biomekhanika i fiziologiya dvizheniy. Pod red. V.P. Zinchenko. Institut prakticheskoy psikhologii, 1997. Russian.

7. Брагинский МЯ, Еськов ВМ, Русак СН, Шипилова ТН. Влияние хаотической динамики метеофакторов на показатели кардио-респираторной системы человека в услови-

ях Севера. Вестник новых медицинских технологий. 2006;13(1):168-70. Russian.

8. Braginskiy MYa, Baltikova AA, Kozlova VV, Maystrenko EV. Issledovanie funktsional'nykh sistem organizma studentov Yugry v usloviyakh myshechnoy nagruzki metodom fazovogo prostranstva. Sovremennye naukoemkie tekhnologii. 2010;12:23-4. Russian.

9. Gavrilenko TV, Bazhenova AE, Baltikova AA, Bashkatova YuV, Maystrenko EV. Metod mnogomernykh fazovykh prostranstv v otsenke khaoticheskoy dinamiki tremora. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. Elektronnoe izdanie [internet]. 2013[cited 2013 Apr 15];1[about 4 p.]. Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2013-1/4340.pdf>.

10. Es'kov VM, Gazya GV, Maystrenko EV, Boltaev AV. Vliyanie promyshlennykh elektromagnitnykh poley na parametry serdechnosudistoy sistemy rabotnikov neftegazovoy otrasli. Ekologiya i promyshlennost' Rossii. 2016;1:59-63. Russian.

11. Es'kov VM, Es'kov VV, Vochmina YuV, Gavrilenko TV. Evolyutsiya khaoticheskoy dinamiki kolektivnykh mod kak sposob opisaniya povedeniya zhivykh sistem. Vestn. Mosk. un-ta. Ser. 3. Fiz. Astron. 2016;2. Russian.

12. Kozlova VV, Golushkov VN, Vedyasova OA, Maystrenko EV. Izmerenie rasstoyaniy mezhdru tsentrami kvaziattraktorov vektora sostoyaniya organizmatrenirovannykh i netrenirovannykh g.Samary i g. Sur-guta. Uchenye zametki TOGU. 2010;1(1):27-30. Russian.

13. Rusak SN, Kozupitsa GS, Burov IG, Mityushchenko NA. Khaoticheskaya dinamika meteofaktorov v usloviyakh aziatskogo Severa RF (na primere KhMAO-Yugry). Slozhnost'. Razum. Postneklassika. 2013;3:13-20. Russian

14. Eskov VM, Filatova OE. Problem of identity of functional states in neuronal networks. Biophysics. 2003;48(3):497-505.

15. Eskov VM, Eskov VV, Filatova OE. Medical and biological measurements: characteristic features of measurements and modeling for biosystems in phase spaces of states. Measurement Techniques. 2011;53(2):1404-10.

16. Eskov VM, Gavrilenko TV, Kozlova VV, Filatov MA. Measurement of the dynamic parameters of microchaos in the behavior of living biosystems. Measurement Techniques. 2012;55(9):1096-101.

17. Eskov VM. Evolution of the emergent properties of three types of societies: the basic law of human development. E:CO Emergence: Complexity and Organization. 2014;16(2):107-15.

18. Eskov VM, Eskov VV, Gavrilenko TV, Vochmina JV. Biosystem kinematics as evolution: Stationary modes and movement speed of complex systems: Complexity. Moscow University Physics Bulletin. 2015;70(2):140-52.

19. Gell-Mann M. Fundamental Sources of Unpredictability. Complexity. 1997;3(1):13-9.

20. Prigogine I. The Die Is Not Cast. Futures. Bulletin of the World Futures Studies Federation. 2000;25(4):17-9.

21. Wheeler JA. Information, physics, quantum: the search for links. In Feynman and Computation: Exploring the Limits of Computers, ed A.J.G. Hey. 1999.

DOI: 10.12737/18812

НЕЙРОКОМПЬЮТИНГ В ИЗУЧЕНИИ ПАРАМЕТРОВ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ

Ю.В. БАШКАТОВА, Н.В. ЖИВАЕВА, Р.Б. ТЕН, Н.Ш. АЛИЕВ

*БУ ВО Ханты-Мансийского автономного округа – Югры «Сургутский государственный университет», проспект Ленина, 1, г. Сургут, Россия, 628412,
e-mail: yuliya-bashkatova@yandex.ru*

Аннотация. На основе математической статистики изучалась динамика поведения параметров сердечно-сосудистой системы у групп тренированных и нетренированных студентов в ответ на дозированную физическую нагрузку. Нейронная сеть представляла различия между группами, т.е. выполнялась процедура бинарной классификации. Каждый раз нейронная сеть выполняла идентификацию, но с помощью различного типа внутренней конфигурации. Из таких повторений получаем хаотическую динамику и для каждой серии. Использование нейро-ЭВМ обеспечивает не только идентификацию различий между группами (статистически неэффективно), но и ранжирование диагностических признаков при изучении характера влияния нагрузки на организм нетренированных и тренированных испытуемых.

Ключевые слова: кардиоинтервалы, физические нагрузки, сердечно-сосудистая система, нейрокомпьютинг.

NEUROCOMPUTING OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM PARAMETERS

Yu.V. BASHKATOVA, N.V. ZHIVAEVA, R.B. TEN, N.Sh. ALIEV

*Surgut State University, Lenina, 1, Surgut, Russia, 628412,
e-mail: yuliya-bashkatova@yandex.ru*

Abstract. On the basis of mathematical statistics was studied dynamics of parameters of cardiovascular system in groups of trained and untrained students in response to dosed physical load. The neural network represented the differences between the groups, i.e. the procedure was performed binary classification. Each time the neural network performed the identification, but with different type of internal configuration. From these repetitions we get chaotic dynamics and for each series. The use of neurocomputing provides not only the identification of differences between groups (statistically inefficient), but the ranking of diagnostic features in the study of the nature of the effect of loading on the organism of trained and untrained subjects.

Key words: cardio intervals exercise, the cardiovascular system, neurocomputing.

Введение. Создание общей теории патологии опирается в отсутствие объективных подходов сравнения гомеостаза больного и здорового организма. Оказывается, что во многих случаях при развитии

заболевания (перехода организма от нормогенеза к патогенезу и обратном процессе выздоровления под действием лечебных мероприятий) в рамках применения традиционных статистических методов не удаётся