

kvaziattraktorov povedeniya vektora sostoyaniya organizma plovtsov. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2009;16(4):24-6. Russian.

12. Es'kov VM, Es'kov VV, Filatova OE, inventors; Sposob korrektsirovki lechebnogo ili lechebno-ozdorovitel'nogo vozdeystviya na patsienta. Russian Federation patent RU 2433788. 2010. Russian.

13. Es'kov VM, Khadartsev AA, Es'kov VV, Filatova OE. Fluktuatsii i evolyutsii biosistem - ikh bazovye svoystva i kharakteristiki pri opisani v ramkakh sinergeticheskoy paradigmy. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2010;17(1):17-9. Russian.

14. Es'kov VM, Baltikova AA, Burov IV, Gavrilenko TV, Pashnin AS. Mozhno li modelirovat' i izmeryat' khaos v meditsine? Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2012;19(2): 412-4. Russian.

15. Es'kov VM, Dobrynina IYu, Drozhzhin EV, Zhivoglyad RN. Razrabotka i vnedrenie novykh metodov v teorii khaosa i samooorganizatsii v meditsinu i zdravookhraneniya. Severnyy region: nauka, obrazovanie, kul'tura. 2013;27(1):150. Russian.

16. Es'kov VM, Gavrilenko TV, Vokhmina YuV, et al. Izmerenie khaoticheskoy dinamiki dvukh vidov teppinga kak proizvol'nykh dvizheniy. Metrologiya. 2014;6:28-35. Russian.

17. Es'kov VM, Khadartsev AA, Kozlova VV, Filatova OE. Ispolzovanie statisticheskikh metodov i metodov mnogomernykh fazovykh prostranstv pri otsenke khaoticheskoy dinamiki parametrov nervno-myshechnoy sistemy cheloveka v usloviyakh akusticheskikh vozdeystviy. Vestnik

novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2014;21(2):6-10. Russian.

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

19. Rusak SN, Kozlova VV, Semerez OB, Umarov ED, Nepran VA. Parametry kvaziattraktorov povedeniya vektora sostoyaniya neyrovegetativnoy sistemy trenirovannykh i netrenirovannykh studentov Yugry v usloviyakh dozirovannykh fizicheskikh nagruzok. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2013;20(2):459-61. Russian.

20. Filatova OE, Khadartseva KA, Sokolova AA, Es'kov VV, El'man KA. Serdechno-sosudistaya sistema aborigenov i prishlogo naseleeniya severa RF: modeli i vozrastnaya dinamika. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2015;22(2):43-50. Russian.

21. Eskov VM, Filatova OE. Respiratory rhythm generation in rats: the importance of inhibition. Neurophysiology. 1993;25(6):420.

22. Eskov VM, Khadartsev AA, Eskov VV, Filatova OE. Quantitative registration of the degree of the voluntariness and involuntariness (of the chaos) in biomedical systems. Journal of Analytical Sciences, Methods and Instrumentation. 2013;3:67-74.

23. 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.

DOI: 12737/ 14972

СТОХАСТИЧЕСКАЯ И ХАОТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ НЕРВНО-МЫШЕЧНОЙ СИСТЕМЫ ЧЕЛОВЕКА В ОСЕННИЙ И ВЕСЕННИЙ ПЕРИОДЫ ГОДА

О.Е. ФИЛАТОВА, В.В. КОЗЛОВА, Д.В. БЕЛОЩЕНКО, А.А. ПРАСОЛОВА

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

Аннотация. В статье продемонстрированы существенные различия в хаотической динамике микродвижений конечности человека в разные сезоны года до и после локального холодового воздействия. Изучались показатели нервно-мышечной системы (параметров тремора) юношей и девушек в возрасте от 20 до 30 лет. Всего было исследовано 30 человек, которые проживали на Севере более 15 лет. Показатели тремора снимались в осенний и весенний периоды (сезонная динамика) года до и после локального холодового воздействия. Для оценки динамики произвольных микродвижений в рамках детерминистско-стохастических

методов были рассчитаны матрицы при попарном сравнении (105) пар треморограмм, в рамках теории хаоса-самоорганизации выполнен расчет фазовых плоскостей и рассчитана площадь квазиаттракторов. Показана большая эффективность теории хаоса-самоорганизации в сравнении со стохастическими методами.

Ключевые слова: тремор, локальное холодное воздействие, фазовые пространства, квазиаттракторы

STOCHASTIC AND CHAOTIC ASSESSMENT PARAMETERS NEUROMUSCULAR SYSTEM HUMAN AUTUMN AND SPRING PERIODS OF THE YEAR

O.E. FILATOVA, V.V. KOZLOVA, D.V. BELOSHENKO, A.A. PRASOLOVA

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

Abstract. The article demonstrated significant differences in the chaotic dynamics micromotions human limbs in different seasons before and after the local cold exposure. We studied the performance of the neuromuscular system (tremor parameters) of boys and girls aged 20 to 30 years. There were studied 30 people who lived in the North for over 15 years. Indicators tremors were recorded in the autumn and spring seasons (seasonal dynamics) the year before and after the local cold exposure. To assess the dynamics of involuntary micro-movements in the framework of deterministic and stochastic methods were calculated with the pair-wise comparison matrix (105) pairs tremorogramm, within chaos theory, self-organization calculated the phase planes and calculate the area of quasi-attractors. It shows more efficiency chaos theory, self-organization, compared with stochastic methods.

Key words: tremor, local cold exposure, phase spaces, quasi-attractor.

Введение. Проблема изучения вклада климатозоологических особенностей территорий в формирование условий среды обитания, ее комфортность, адаптационные возможности организма и здоровье человека в целом – является весьма актуальной уже несколько последних десятилетий для северных территорий *Российской Федерации* (РФ). Экологические и антропогенные факторы Севера формируют экстремальный фон для функционального состояния организма и связанного с ним здоровья человека [8,15]. В связи с этим появляется необходимость по-новому рассматривать и прогнозировать на индивидуальном и популяционном уровнях состояние функциональных систем организма человека, проживающего на территории ХМАО – Югры. В данной работе изучается влияние кратковременного локального холодного воздействия в осенний и весенний периоды года на параметры нервно-мышечной системы организма человека [3,5,8].

Объекты и методы исследования. В настоящих исследованиях объектом для наблюдения являлись испытуемые – моло-

дые люди (женского и мужского пола) в возрасте от 20 до 30 лет, которые подвергались локальному холодному воздействию по стандартной методике: сидя в комфортном положении испытуемым необходимо было удерживать указательный палец кисти правой руки в статическом положении над токовихревым датчиком на определенном расстоянии. Показатели снимались в осенний и весенний периоды года *до и после* гипотермического (локального холодного) воздействия. Всего было исследовано 30 человек, которые проживали на Севере более 15 лет. Средний возраст обследуемых составил 22,8 лет.

Обследование испытуемых производилось неинвазивными методами и соответствовало этическим нормам Хельсинской декларации (2000 г.). Работа выполнялась в рамках плана научных исследований лаборатории «Функциональные системы организма человека на Севере» при БУ ВО «Сургутский государственный университет ХМАО-Югры» и темой НИОКР «Исследование поведения функциональных систем организма человека на Севере РФ методами

многомерных фазовых пространств состояний» (№ 01200965147).

Информация о состоянии параметров непроизвольных микродвижений конечностей была получена на базе прибора «Тремограф», который обеспечивает регистрацию кинематограмм (движения пальцев руки в заданном режиме). В основе работы устройства лежат токовихревые датчики с блоками усилителей, фильтров, которые подключаются к блоку 16-ти канального аналого-цифрового преобразователя и позволяют прецизионно (до 0,01 мм) определять координату $x=x(t)$ положения конечности с пластиной в пространстве по отношению к регистратору (токовихревому датчику). Регистрация сигналов смещения конечности $x_1=x_1(t)$ и их обработка (получение производной от x_1 , т.е. $x_2=dx_1/dt$) осуществлялась с помощью программных продуктов на базе ЭВМ с использованием *быстрого преобразования Фурье* (БПФ) и *Wavelett*-анализа (Моррета) для представления непериодических сигналов в виде непрерывной функции $x=x(t)$ и анализа амплитудно-частотных и фазовых характеристик сигнала [1,2,11,16-20].

Постуральный тремор всегда рассматривался как пример непроизвольного движения (в нашем случае рассматривался тремор кисти руки). Движение пальца кисти руки можно рассмотреть в фазовом пространстве размерностью $m=3$ (т.е. *вектором состояния системы* (ВСС) – $x=x(t)=(x_1, x_2, x_3)^T$, а в более упрощенном виде используется только фазовая плоскость вектора $x=x(t)=(x_1, x_2)^T$. В этих фазовых пространствах можно построить КА и сравнить их параметры. Расчёт параметров КА производился по программам для ЭВМ, зарегистрированным в Федеральном агентстве по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам (свидетельства № 2006613212 и № 2010108496). При этом мы предварительно рассчитывали площади КА регистрируемых треморограмм для всех 30 испытуемых в координатах $x_i=x_i(t)$ – положение пальца по отношению к датчику, $x_2=dx_1/dt= x_2(t)$ – скорость перемещения пальца. Расчёт площади $S_{КА}$ (в общем случае объёма V_G , т.к. $x_3=dx_2/dt$)

производился на основе общей формулы

$$V_G^k = \prod_{i=1}^m D_i^k, \text{ где } D_i^k \text{ представляли вариационные размахи по каждой } x_i \text{ координате.}$$

Любой динамический отрезок (траектория пальца в пространстве) для координат $x_1(t)$ и $x_2(t)$ в фазовом пространстве неповторим и невоспроизводим. Это движение хаотическое, но в пределах ограниченных объёмов ФПС – *квазиаттракторов*, динамику которых можно изучать в рамках ТХС [1,2,9,10,21,22].

Результаты и их обсуждение. Далее представлен статистический анализ динамики параметров треморограмм (для 30 испытуемых в координатах $x_i=x_i(t)$ – положение пальца по отношению к датчику) группы испытуемых в осенний и весенний периоды года до и после локального холодового воздействия. С помощью анализатора сигналов были получены 500 значений координат $x_i=x_i(t)$ – положение пальца по отношению к датчику для каждого из 30-ти испытуемых. Выбраны первые 250 значений и представлен их анализ с помощью различных методов.

Статистическая обработка данных осуществлялась при помощи следующих программных пакетов: «Excel MS Office-2010» и «Statistica 6.1». Соответствие структуры данных закону нормального распределения оценивалось на основе вычисления критерия Шапиро-Уилка (для выборок $n < 50$), который показал, что значения координат $x_i=x_i(t)$ треморограмм имеют непараметрический тип распределения, следовательно, постуральный тремор нужно описывать непараметрическими методами статистики [11,13,20-22].

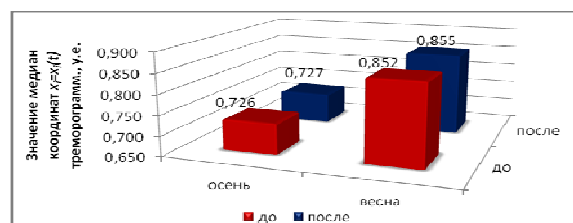


Рис.1. Динамика значений медиан координат $x_i=x_i(t)$ параметров треморограмм группы испытуемых в осенний и весенний периоды года до и после локального холодового воздействия (суперпозиция 30 человек)

В табл. 1 представлены результаты статистической обработки параметров координат треморограмм в группе испытуемых в осенний и весенний периоды года *до* и *после* локального холодового воздействия. Так как данные параметров треморограмм распределены ненормально, поэтому результаты представлены медианами и процентилями (5-й и 95-й).

Таблица 1

Результаты статистической обработки параметров координат треморограмм в группе испытуемых в осенний и весенний периоды года *до* и *после* локального холодового воздействия

№		Значения			
		Осенний период		Весенний период	
		до воздействия	после воздействия	до воздействия	после воздействия
Про- центи- ли %	50, <i>Me</i> (ме- диана)	0,726	0,727	0,852	0,855
	5, %	0,702	0,703	0,833	0,834
	95, %	0,752	0,756	0,875	0,880
<i>W</i>		0,954	0,941	0,951	0,955
<i>P</i>		0,007	0,030	0,009	0,028

Примечание. *W*-критерий Шапиро-Уилка (*Shapiro-Wilk*) для проверки типа распределения признака; *p* – достигнутый уровень значимости, полученный в результате проверки типа распределения по критерию Шапиро-Уилка (критическим уровнем значимости принят $p < 0,05$). X_{cp} – средние арифметические значения; *Me* – медиана (5%; 95%) для описания асимметричных распределений использована медиана, а в качестве мер рассеяния процентиля (5-й и 95-й)

На рис.1. установлено, что у группы испытуемых в осенний и весенний периоды года наблюдается незначительное увеличение значения медиан координат $x_i = x_i(t)$ параметров треморограмм после локального холодового воздействия: в осенний период на 0,001 у.е. (со значения $Me = 0,726$ у.е. до $Me = 0,727$ у.е.), в весенний период на 0,003 у.е. (до воздействия $Me = 0,852$ у.е., а после $Me = 0,855$ у.е.). Группа испытуемых в весенний период года характеризуется высокими значениями медианы до локального холодового воздействия относительно осеннего периода на 0,126 у.е. (осенью $Me = 0,726$ у.е., весной $Me = 0,852$ у.е.), а по-

сле весной выше, чем в осенний период на 0,128 у.е. (осенью $Me = 0,727$, у.е., весной $Me = 0,855$ у.е.).

Таблица 2

Уровни значимости для попарных сравнений значения медиан координат $x_i = x_i(t)$ параметров треморограмм группы испытуемых *до* и *после* локального холодового воздействия в осенний и весенний периоды года между собой с помощью непараметрического критерия Вилкоксона (*Wilcoxon Signed Ranks Test*)

Попарные сравнения медиан координат $x_i = x_i(t)$ параметров тремора	<i>N</i>	<i>T</i>	<i>Z</i>	<i>p</i> -уров.
Осень до-Весна до	30	3,000	4,720	0,000
Осень после - Весна после	30	10,000	4,576	0,000

Примечание: *T* – сумма положительных и отрицательных рангов; Наименьшая из двух сумм (независимо от знака) используется для расчета величины *Z*, по которой рассчитывается уровень значимости критерия; *p* – достигнутый уровень значимости при попарном сравнении с помощью критерия Вилкоксона (с измененным критическим уровнем значимости принятым равным $p < 0,05$)

Анализ табл. 2 показал, что для параметра тремора статистически значимыми были различия при сравнении медиан до воздействия осенью $Me = 0,726$ у.е. и до воздействия в весенний период $Me = 0,852$ у.е., т.к. значения критерия Вилкоксона составляют: $T = 3000$, $Z = 4,720$ и $p = 0,000$. А также различия после локального холодового воздействия в осенний $Me = 0,727$ у.е. и весенний периоды $Me = 0,855$ у.е. (значения критерия Вилкоксона составляют: $T = 10,000$; $Z = 4,576$ и $p = 0,000$). Полученный результат подтверждает наличие сезонной динамики параметров тремора.

Для выявления различий средних значений рангов медиан по параметрам координат $x_i = x_i(t)$ треморограмм группы испытуемых в осенний и весенний периоды года *до* и *после* локального холодового воздействия (попарное сравнение значений координат тремора у 30-ти испытуемых в группе) использовался непараметрический критерий Вилкоксона (*Wilcoxon Signed Ranks Test*) (табл. 3, 4). Группа испытуемых из 30 человек (как в осенний,

так и весенний периоды года) была разбита на 2 подгруппы в связи с ограниченностью внесения данных для обработки в программный продукт *Statistica 6.0* и далее выполнен статистический анализ [4-7,16-18].

года $p=0,197$; у 9-го испытуемого в осенний и весенний периоды года ($p=0,147$), т.е. локальное холодное воздействие оказывает одинаковое действие на параметры тремора как в осенний, так и в весенний периоды года.

Таблица 3

Уровни значимости для попарных сравнений параметров координат $x_i=x_i(t)$ треморограмм у 15-ти человек до локального холодного воздействия в осенний и весенний периоды года с помощью непараметрического критерия Вилкоксона (*Wilcoxon Signed Ranks Test*)

N		Параметры треморограмм до локального холодного воздействия в весенний период														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Параметры треморограмм до локального холодного воздействия в осенний период	1		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	2	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	3	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,352	0,000	0,000
	4	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	5	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	6	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	7	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	8	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	9	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	11	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000
	12	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000
	13	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000
	14	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,522		0,000
	15	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	

Примечание: p – достигнутый уровень значимости (критическим уровнем принят $p<0,05$)

Анализ табл. 3 показал, что в результате попарного сравнения параметров координат $x_i=x_i(t)$ треморограмм у 15-ти человек до локального холодного воздействия в осенний и весенний периоды года обнаружено 2 пары совпадений, в которых значения достигнутого уровня значимости выше критического ($p>0,05$): у 3-го и 14-го испытуемого в осенний период с 13 испытуемым в весенний период года $p=0,352$ и $p=0,522$ соответственно, т.е. параметры координат $x_i=x_i(t)$ тремора у этих испытуемых не отличаются как в осенний, так и в весенний периоды года [12,14].

В табл. 4 представлены результаты попарного сравнения параметров координат $x_i=x_i(t)$ треморограмм у 15-ти человек после локального холодного воздействия в осенний и весенний периоды года и обнаружено 2 пары совпадений, в которых значения достигнутого уровня значимости выше критического ($p>0,05$): у 12 испытуемого в осенний период с 13 испытуемым в весенний период

Далее был проведен сравнительный статистический анализ поведения динамической системы управления движениями в режиме покоя и при локальном холодном воздействии на фазовой плоскости методом многомерных фазовых пространств [5,8,9], как в осенний, так и в весенний периоды года. Для всех полученных кинематограмм были построены фазовые портреты микродвижений в координатах x_i ($x_i=x_i(t)$, т.е. удаления пальца от датчика, и $x_2=dx_1/dt$ (скорость перемещения пальца) [11,13,17,20].

Проверка данных на соответствие закону нормального распределения оценивалась на основе вычисления критерия Шапиро-Уилка. Выявлено, что параметры площадей треморограмм испытуемых до и после локального холодного воздействия не описываются законом нормального распределения, поэтому дальнейшие исследования зависимостей производились методами непараметрической статистики [22] (табл.5).

Таблица 4

Уровни значимости для попарных сравнений параметров координат $x_i=x_i(t)$ треморограмм у 15-ти человек *после* локального холодого воздействия в осенний и весенний периоды года с помощью непараметрического критерия Вилкоксона (*Wilcoxon Signed Ranks Test*)

N	Параметры треморограмм после локального холодого воздействия в весенний период														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Параметры треморограмм после локального холодого воздействия в осенний период	1		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	2	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	3	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	4	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	5	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	6	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,042	0,000	0,000
	7	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	8	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	9	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,147		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	11	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000
	12	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000
	13	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,043	0,197		0,000	0,000
	14	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000
	15	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	

Примечание: p – достигнутый уровень значимости (критическим уровнем принят $p<0,05$)

Таблица 5

Результаты статистической обработки площадей квазиаттракторов, построенных по параметрам координат $x_i=x_i(t)$ треморограмм у группы испытуемых в осенний и весенний периоды года *до* и *после* локального холодого воздействия ($Z \times 10^{-6}$ у.е.)

№	Средние значения площадей КА - $Z \times 10^{-6}$ (у.е.)			
	локальное холодое воздействие			
	Осенний период		Весенний период	
	до	после	до	после
X_{cp}	2,617	3,314	2,136	2,124
W	0,663	0,426	0,361	0,858
P	0,000	0,000	0,000	0,000
50, Me (медиана)	1,595	1,735	1,205	1,710
5, %	0,663	0,639	0,260	0,300
95, %	10,700	6,910	3,580	4,900

Примечание. W -критерий Шапиро-Уилка (Shapiro-Wilk) для проверки типа распределения признака; p – достигнутый уровень значимости, полученный в результате проверки типа распределения по критерию Шапиро-Уилка (критическим уровнем значимости принят $p<0,05$).

X_{cp} – средние арифметические значения; Me – медиана (5%;95%) для описания асимметричных распределений использована медиана, а в качестве мер рассеяния процентиля (5-й и 95-й)

В табл. 5 представлена динамика значений площадей КА 30 испытуемых до и после локального холодового воздействия в осенний и весенний периоды года. Средние значения площадей квазиаттракторов увеличиваются после воздействия холодом на 0,7 у.е. в осенний период, а в весенний период отмечается наоборот уменьшение площадей КА на 0,01 у.е. что говорит об ответной реакции нервно-мышечной системы на внешнее неблагоприятное воздействие и о разнонаправленной реакции испытуемых при холодовом воздействии.

Согласно табл. 5 следует отметить, что у группы испытуемых в осенний и весенний периоды года наблюдается увеличение значения медиан площадей КА параметров координат $x_i = x_i(t)$ треморограмм после локального холодового воздействия. В осенний период года значения медиан увеличиваются на 0,13 у.е. (со значения $Me=1,60$ у.е. до $Me=1,73$ у.е.), в осенний период на 0,51 у.е. (до воздействия $Me=1,20$ у.е., а после $Me=1,71$ у.е.). Группа испытуемых в весенний период года характеризуется уменьшением значения медианы до воздействия весной относительно осеннего периода на 0,39 у.е. (осенью $Me=1,60$ у.е., весной $Me=1,20$ у.е.) и точно также значение медианы после воздействия весной уменьшается на 0,03 у.е. (осенью $Me=1,71$ у.е., весной $Me=1,73$ у.е.).

Подводя итог выше сказанному отметим, что любое направленное холодовое воздействие изменяет значения параметров квазиаттракторов НМС, о чем свидетельствуют изменения значения площадей КА.

Заключение. Тремор является характерным примером хаотической динамики поведения параметров любой сложной биосистемы. Параметры тремора ($x_1(t)$, $x_2(t)$, и $x_3(t)$), демонстрируют неповторимую динамику, которую невозможно изучать в рамках традиционной науки, т.е. детерминизма или стохастики. Функции распределения непрерывно изменяются у каждого испытуемого, а, значит, любые статистические результаты имеют ежесекундный (для тремора) характер изменения (хаотического). Расчёт параметров КА (площадей S) у разных испытуемых в осенний и весенний пе-

риоды года демонстрирует определенную статистическую закономерность: квазиаттракторы образуют выборки с непараметрическими распределениями, которые существенно отличаются в зависимости от состояния испытуемого. Тремор конечности до локального холодового воздействия отличается от тремора конечности после локального холодового воздействия. Степень этого отличия может задаваться критерием Шапиро-Уилка (чем он меньше, тем отличие больше).

Литература

1. Ведясова О.А., Еськов В.М., Живогляд Р.Н., Зуевская Т.В., Попов Ю.М. Соотношение между детерминистскими и хаотическими подходами в моделировании синергизма и устойчивости работы дыхательного центра млекопитающих // Вестник новых медицинских технологий.– 2005.– № 2.– С. 23–24.
2. Гавриленко Т.В., Горбунов Д.В., Эльман К.А., Григоренко В.В. Возможности стохастики и теории хаоса в обработке миограмм // Сложность. Разум. Постнеклассика.– 2015.– №1.– С. 48–53.
3. Добрынина И.Ю., Еськов В.М., Живогляд Р.Н., Зуевская Т.В. Гирудотерапевтическое управление гомеостазом человека при гинекологических патологиях в условиях Севера РФ // Вестник новых медицинских технологий.– 2005.– № 2.– С. 25–27.
4. Добрынина И.Ю., Еськов В.М., Живогляд Р.Н., Чантурия С.М., Шипилова Т.Н. Системный кластерный анализ показателей функций организма женщин с опг-гестозом в условиях Севера РФ // Вестник новых медицинских технологий.– 2006.– № 4.– С. 61–62.
5. Еськов В.М., Филатова О.Е., Фудин Н.А., Хадарцев А.А. Проблема выбора оптимальных математических моделей в теории идентификации биологических динамических систем // Системный анализ и управление в биомедицинских системах.– 2004.– Т. 3, № 2.– С. 150–152.
6. Еськов В.М., Майстренко В.И., Майстренко Е.В., Филатов М.А., Филатова Д.Ю. Исследование корреляции показателей функциональной асимметрии полушарий головного мозга с результатами учебной деятельности учащихся. Вестник новых медицинских технологий.– 2007.– № 3.– С. 205–207.
7. Еськов В.М., Нанченко Е.А., Козлова В.В., Климов О.В., Майстренко Е.В. Парамет-

ры квазиаттракторов поведения вектора состояния организма пловцов // Вестник новых медицинских технологий.– 2009.– № 4.– С. 24–26.

8. Еськов В.М., Филатов М.А., Буров И.В., Филатова Д.Ю. Возрастная динамика изменений параметров квазиаттракторов психофизиологических функций учащихся школ Югры с профильным и непрофильным обучением // Системный анализ и управление в биомедицинских системах.– 2010.– Т. 9.– № 3.– С. 599–603.

9. Еськов В.М., Еськов В.В., Хадарцев А.А., Филатов М.А., Филатова Д.Ю. Метод системного синтеза на основе расчета межаттракторных расстояний в гипотезе равномерного и неравномерного распределения при изучении эффективности кинезитерапии // Вестник новых медицинских технологий.– 2010.– № 3.– С. 106–110.

10. Еськов В.М., Попов Ю.М., Филатова О.Е. Третья парадигма и представления И.Р. Пригожина и Г. Хакена о сложности и особых свойствах биосистем // Вестник новых медицинских технологий.– 2012.– № 2.– С. 416–418.

11. Еськов В.В., Вохмина Ю.В., Гавриленко Т.В., Зимин М.И. Модели хаоса в физике и теории хаоса-самоорганизации // Сложность. Разум. Постнеклассика.– 2013.– № 2.– С. 42–56.

12. Еськов В.М., Добрынина И.Ю., Дрожжин Е.В., Живогляд Р.Н. Разработка и внедрение новых методов в теории хаоса и самоорганизации в медицину и здравоохранения // Северный регион: наука, образование, культура.– 2013.– Т. 27.– № 1.– С. 150.

13. Еськов В.М., Гавриленко Т.В., Вохмина Ю.В., Зимин М.И., Филатов М.А. Измерение хаотической динамики двух видов теппинга как произвольных движений // Метрология.– 2014.– № 6.– С. 28–35.

14. Карпин В.А., Еськов В.М., Филатов М.А., Филатова О.Е. Философские основания теории патологии: проблема причинности в медицине // Философия науки.– 2012.– № 1.– С. 118–128.

15. 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.

16. Eskov V.M., Filatova O.E. Respiratory rhythm generation in rats: the importance of inhibition // Neurophysiology.– 1993.– Т. 25, № 6.– P. 420.

17. Es'kov V.M., Filatova O.E. A Compartmental approach in modeling a neuronal network.

role of inhibitory and excitatory processes // Биофизика.– 1999.– Т. 44, № 3.– P. 518–525.

18. Eskov V.M., Eskov V.V., Braginskii M.Ya., Pashnin A.S. Determination of the degree of synergism of the human cardiorespiratory system under conditions of physical effort // Measurement Techniques.– 2011.– Т. 54, № 7.– P. 832–837.

19. Eskov V.M., Filatova O.E. Problem of identity of functional states in neuronal networks // Biophysics.– 2003.– Т. 48, № 3.– С. 497–505.

20. Eskov V.M., Papshev V.A., Eskov V.V., Zharkov D.A. Measuring biomedical parameters of human extremity tremor // Measurement Techniques.– 2003.– Т. 46, № 1.– С. 93.

21. Eskov V.M., Khadartsev A.A., Eskov V.V., Filatova O.E. Quantitative registration of the degree of the voluntariness and involuntariness (of the chaos) in biomedical systems // Journal of Analytical Sciences // Methods and Instrumentation.– 2013.– № 3.– P. 67–74.

22. Eskov V.M. Evolution of the emergent properties of three types of societies: the basic law of human development // E:CO Emergence: Complexity and Organization.– 2014.– Т. 16, № 2.– P. 107–115.

References

1. Vedyasova OA, Es'kov VM, Zhivoglyad RN, Zuevskaya TV, Popov YuM. Sootnoshenie mezhdu deterministskimi i khaoticheskimi podkhodami v modelirovanii sinergizma i ustoychivosti raboty dykhatel'nogo tsentra mlekopitayushchikh. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2005;12(2):23-4. Russian.

2. Gavrilenko TV, Gorbunov DV, El'man KA, Grigorenko VV. Vozmozhnosti stokhastiki i teorii khaosa v obrabotke miogramm. Slozhnost'. Razum. Postnekl-assika. 2015;1:48-53. Russian.

3. Dobrynina IYu, Es'kov VM, Zhivoglyad RN, Zuevskaya TV. Girudoterapevticheskoe upravlenie gomeostazom cheloveka pri ginekologicheskikh patologiyakh v usloviyakh Severa RF. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2005;12(2):25-7. Russian.

4. D Dobrynina IYu, Es'kov VM, Zhivoglyad RN, Chanturiya SM, Shipilova TN. Sistemnyy klasternyy analiz pokazateley funktsiy organizma zhenshchin s opg- gestozom v usloviyakh Severa RF. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2006;13(4):61-2. Russian.

5. Es'kov VM, Filatova OE, Fudin NA, Khadartsev AA. Problema vybora optimal'nykh matematicheskikh modeley v teorii identifikatsii

biologicheskikh dinamicheskikh sistem. Sistemnyy analiz i upravlenie v biomeditsinskikh sistemakh. 2004;3(2):150-2. Russian.

6. Es'kov VM, Maystrenko VI, Maystrenko EV, Filatov MA, Filatova DYu. Issledovanie korrelyatsii pokazateley funktsional'noy asimmetrii polushariy golovnogogo mozga s rezul'tatami uchebnoy deyatel'nosti uchashchikhsya. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2007;3:205-7. Russian.

7. Es'kov VM, Nanchenko EA, Kozlova VV, Klimov OV, Maystrenko EV. Parametry kvaziattraktorov povedeniya vektora sostoyaniya organizma plovtsov. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2009;16(4):24-6. Russian.

8. Es'kov VM, Filatov MA, Burov IV, Filatova DYu. Vozrastnaya dinamika izmeneniy parametrov kvaziattraktorov psikhofiziologicheskikh funktsiy uchashchikhsya shkol Yugry s profil'nym i neprofil'nym obucheniem. Sistemnyy analiz i upravlenie v biomeditsinskikh sistemakh. 2010;9(3):599-603. Russian.

9. Es'kov VM, Es'kov VV, Khadartsev AA, Filatov MA, Filatova DYu. Metod sistemnogo sinteza na osnove rascheta mezhattrakornykh rasstoyaniy v gipoteze ravnomernogo i neravnomernogo raspredeleniya pri izuchenii effektivnosti kinetoterapii. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2010;3:106-10. Russian.

10. Es'kov VM, Popov YuM, Filatova OE. Tret'ya paradigma i predstavleniya I.R. Prigozhina i G. Khakena o slozhnosti i osobykh svoystvakh biosistem. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2012;2:416-8. Russian.

11. Es'kov VV, Vokhmina YuV, Gavrilenko TV, Zimin MI. Modeli khaosa v fizike i teorii khaosa-samoorganizatsii. Slozhnost'. Razum. Postneklassika. 2013;2:42-56. Russian.

12. Es'kov VM, Dobrynina IYu, Drozhzhin EV, Zhivoglyad RN. Razrabotka i vnedrenie novykh metodov v teorii khaosa i samoorganizatsii v meditsinu i zdravookhraneniya. Severnyy region: nauka, obrazovanie, kul'tura. 2013;27(1):150. Russian.

13. Es'kov VM, Gavrilenko TV, Vokhmina YuV, Zimin MI, Filatov MA. Izmerenie khaoticheskoy dinamiki dvukh vidov teppinga kak proizvol'nykh dvizheniy. Metrologiya. 2014;6:28-35. Russian.

14. Karpin VA, Es'kov VM, Filatov MA, Filatova OE. Filosofskie osnovaniya teorii patologii: problema prichinnosti v meditsine. Filosofiya nauki. 2012;1(52):118-28. Russian.

15. Kozlova VV, Golushkov VN, Vedyasova OA, Maystrenko EV. Izmerenie rasstoyaniy mezhdu tsentrami kvaziattraktorov vektora sostoyaniya organizma trenirovannykh i netrenirovan-

nykh g. Samary i g. Surguta. Uchenye zametki TOGU. 2010;1(1):27-30. Russian.

16. Eskov VM, Filatova OE. Respiratory rhythm generation in rats: the importance of inhibition. Neurophysiology. 1993;25(6):420.

17. Es'kov VM, Filatova OE. A Compartmental approach in modeling a neuronal network. role of inhibitory and excitatory processes. Biofizika. 1999;44(3):518-25.

18. Eskov VM, Eskov VV, Braginskii MYa, Pashnin AS. Determination of the degree of synergism of the human cardiorespiratory system under conditions of physical effort. Measurement Techniques. 2011;54(7):832-7.

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

20. Eskov VM, Papshev VA, Eskov VV, Zharkov DA. Measuring biomedical parameters of human extremity tremor. Measurement Techniques. 2003;46(1):93.

21. Eskov VM, Khadartsev AA, Eskov VV, Filatova OE. Quantitative registration of the degree of the voluntariness and involuntariness (of the chaos) in biomedical systems. Journal of Analytical Sciences. Methods and Instrumentation. 2013;3:67-74.

22. 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.