

I. БИОМЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ И СИНЕРГЕТИКА

DOI: 10.12737/article_58ef6ba83bf636.54963835

ХАОТИЧЕСКАЯ ДИНАМИКА ПАРАМЕТРОВ НЕРВНО-МЫШЕЧНОЙ СИСТЕМЫ У МУЖЧИН ПРИ МНОГОКРАТНЫХ ПОВТОРЕНИЯХ

Д.В. БЕЛОШЕНКО, Е.В. МАЙСТРЕНКО, Н.В. ЖИВАЕВА, Н.Ш. АЛИЕВ

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

Аннотация. В рамках новой *теории хаоса-самоорганизации* доказывается эффект Еськова-Зинченко, когда подряд получаемые выборки параметров *нервно-мышечной системы* человека (в неизменном гомеостазе) демонстрируют непрерывное хаотическое изменение статистических функций распределения параметров этой системы. В этом случае мы не можем вольно регистрировать подряд одинаковые выборки (и их статистические функции) любого параметра x_i описывающего гомеостаз. Хаотические вариации статистических функций захватывают не только сами выборки, но и их *амплитудно-частотные характеристики, автокорреляций* и другие характеристики. В рамках теории демонстрируется возможность расчета параметров хаотической динамики пострурального тремора у испытуемых – молодых юношей *до и после* статических нагрузок.

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

CHAOTIC DYNAMICS OF NEURO-MUSCULAR SYSTEM PARAMETERS OF MEN UNDER MULTIPLE REPETITIONS

D.V. BELOSHENKO, E.V. MAISTRENKO, N.V. ZHIVAEVA, N.SH. ALIEV

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

Abstract. Eskov-Zinchenko effect is being proved within the framework of new theory of chaos-self-organization, when consecutively received samples of the neuromuscular system of a person (at homeostasis state) demonstrate continuous chaotic change in statistical distribution functions of the parameters of neuromuscular system. In this case, we cannot arbitrarily register same samples in a row (and statistical functions) of any parameter x_i which describes homeostasis. The chaotic variations of statistical functions have been observed for samples and their amplitude-frequency characteristic, autocorrelations $A(t)$ and other characteristics. From the standpoint of theory of chaos-self-organization the possibility of calculating the parameters of the chaotic dynamics of postural tremor in test subjects – young men before and after static load has been demonstrated.

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

Введение. Функциональное состояние и здоровье человека зависит от множества экологических, биологических и антропогенных факторов, которые в первую очередь влияют на деятельность двигательной системы, отражающей поведение организма как единого целого. На сегодняшний день накоплен большой экспериментальный материал об изменении от-

дельных физиологических параметров при мышечной деятельности человека [1-7].

Н.А. Бернштейн, который впервые открыл системные закономерности микродвижений и биомеханических движений в целом, выдвигал утверждение о целостной структуре в организации деятельности *нервно-мышечной системы* (НМС) человека и призывал к разработке системно-

структурного подхода в изучении строения и функций различных систем движений. Сейчас в рамках новой *теории хаоса-самоорганизации* (ТХС) с позиций эффекта Еськова-Зинченко появляется необходимость по-новому рассматривать и прогнозировать на индивидуальном и популяционном уровнях состояние нервно-мышечной системы организма человека, с учетом особого хаоса параметров НМС [3-9,14,23]. Основа этого эффекта – доказательство отсутствия статистической устойчивости параметров *треморограмм* (ТМГ), *теппинграмм* (ТПГ) и *электромиограмм* (ЭМГ). В получаемых подряд выборках ТМГ, ТПГ и ЭМГ у одного человека (в одном гомеостазе) мы не можем наблюдать повторение их статистических функций распределения $f(x)$ [6-12,14-16].

В настоящей работе ставилась задача изучения признаков статистических различий выборок параметров ТМГ путем проверки выборок ТМГ на статистическое совпадение. Использовались методы, которые позволяли обнаруживать изменения (или сходство) получаемых выборок ТМГ и функционального состояния организма человека в целом, находящегося в различных физических состояниях (*до* и *после* статических нагрузок). Эти методы основаны на ТХС [7-12].

Объекты и методы исследования. В настоящих исследованиях объектом для наблюдения являлись испытуемые – молодые юноши (средний возраст 24 года), в количестве 15 человек. Регистрация ТМГ проводилась по стандартной методике: сидя в комфортном положении испытуемым необходимо было удерживать указательный палец кисти верхней правой конечности в статическом положении над токовихревым датчиком на определенном расстоянии. Показатели снимались *до* и *после* статических нагрузок, которые представляли собой удержание груза в 300 г, подвешенного на указательном пальце кисти, в течение 5 секунд. Испытуемые проходили эксперимент 15 раз без нагрузки и столько же в условиях статических нагрузок. Перед испытуемыми стояла задача удержать палец в пределах заданной области, осознанно контролируя его не-

подвижность [18-22].

Информация о состоянии параметров произвольных 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 пластинкой 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 $x=x(t)$ [8-15,22].

Статистическая обработка данных осуществлялась при помощи программного пакета «*Statistica 6.1*». Проверка данных на соответствие закону нормального распределения оценивалась на основе вычисления критерия Шапиро-Уилка. Дальнейшие исследования производились методами непараметрической статистики. Были составлены матрицы парных сравнений выборок параметров треморограмм для 15-ти серий повторов выборок ТМГ по 15 выборок в каждой серии эксперимента. Устанавливалась закономерность изменения числа «совпадений» пар выборок k , получаемых параметров треморограмм у испытуемых. Систематизация материала и представленных результатов расчетов выполнялась с применением программного пакета электронных таблиц *Microsoft Excel* [2,7,11,14-20].

Результаты и их обсуждение. Поскольку для многих параметров гомеостаза функции распределения $f(x)$ не могут показывать устойчивость ($f(x)$ непрерывно изменяются), то возникает вопрос о целесообразности использования функций распределения $f(x)$ для ТМГ. Наблюдается их непрерывное изменение при сравнении вы-

борок ТМГ и любая ТМГ имеет свой особый закон статистического распределения $f(x)$ для каждого интервала Δt . Были составлены матрицы парных сравнений выборок треморограмм (для 15-ти серий повторов выборок ТМГ по 15 выборок в каждой серии эксперимента в координатах $x_i=x_i(t)$ – положение пальца по отношению к датчику), *до* и *после* статических нагрузок. С помощью анализатора сигналов в каждой выборке треморограмм (5 сек. регистрации) были получены 500 значений координат $x_i=x_i(t)$ – положение пальца по отношению к датчику для всех 15-ти серий эксперимента (всего 225 выборок). Таким образом, для одного испытуемого было получено 15 серий по 15 выборок ТМГ с более чем 500 точек ТМГ в каждой выборке из всех 15-ти выборок. Всего значений $x_i(t)$ в серии – 112500 ТМГ [8-14,17-22].

Представим сводную таблицу (табл.1) результатов обработки данных значений ТМГ для одного (типového) испытуемого – (АНШ) *до* и *после* статических нагрузок (для 15-ти серий повторов выборок ТМГ по 15 выборок в каждой серии эксперимента в координатах $x_i=x_i(t)$ – положение пальца по отношению к датчику). Всего 225 пар сравнения, из которых независимых – 105. В табл. 1 показано для каждой из 15-ти серий число k пар «совпадений» выборок ТМГ (табл. 1), здесь верхняя строка-номер серии измерений, две последующие – числа k .

Таблица 1

Число пар совпадений выборок (k) для всех 15-ти матриц парного сравнения параметров ТМГ (координат $x_i=x_i(t)$) у испытуемого АНШ *до* и *после* статических нагрузок при повторных экспериментах

N серии		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	X_{cp} k	max k	min k
<i>до</i> нагрузки	k в серии	0	3	3	5	1	2	1	4	5	4	4	3	3	2	2	2,8	5	0
<i>после</i> нагрузки	k в серии	7	5	1	1	0	3	4	3	7	1	1	3	6	3	2	3,1	7	0

В табл. 1 представлена общая закономерность изменения числа «совпадений» пар выборок k , получаемых параметров ТМГ для всех (225 выборок всего) 15-ти серий повторов выборок ТМГ по 15 выбо-

рок в каждой серии эксперимента в координатах $x_i=x_i(t)$ – положение пальца по отношению к датчику у испытуемого АНШ *до* и *после* статических нагрузок. В целом, попарное сравнение одинаковых отрезков треморограмм при 15-ти повторах измерения тремора (каждый интервал – 5 сек) демонстрирует практически отсутствие возможностей отнесения этих пар к одной генеральной совокупности (k варьирует в пределах от $k=0$ до $k=7$ пар совпадений на 210 пар сравнения) (рис.1-2.). Это позволяет сделать вывод о том, что все эти распределения ненормальные (за редким исключением) и все эти выборки (отрезки) являются результатами управления биомеханической системой с помощью некоторого хаотического регулятора [16-22].

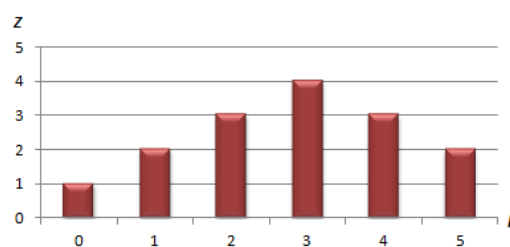


Рис.1. Гистограмма распределения Z общего числа пар совпадений выборок k для каждого числа k из 15-ти серий измерений параметров координат $x_i=x_i(t)$ треморограмм у испытуемого АНШ *до* статических нагрузок (по 15 выборок ТМГ в каждой из 15-ти серий), где Z -число одинаковых k в матрицах



Рис.2. Гистограмма распределения Z общего числа пар совпадений выборок k для каждого числа k из 15-ти серий измерений параметров координат $x_i=x_i(t)$ треморограмм у испытуемого АНШ *после* статических нагрузок (по 15 выборок ТМГ в каждой из 15-ти серий), где Z -число одинаковых k в матрицах

Общая тенденция изменения значений k и Z (общего числа пар совпадений выборок k для каждого числа k) из 15-ти серий измерений параметров координат $x_i=x_i(t)$ треморограмм у испытуемого АНШ *до* и

после статических нагрузок (по 15 выборок ТМГ в каждой из 15-ти серий) представлены на рис. 1 и 2. Здесь k – это число пар выборок, которые (пары) можно отнести к одной генеральной совокупности, при условии регистрирования подряд. Отсюда следует, что число k пар выборок ТМГ – невелико. Иными словами, 15 измерений (по 5 секунд) ТМГ показывает невозможность совпадения $f(x)$ при попарном сравнении (105 пар) двух ближайших треморограмм. Функции $f(x)$ до и после статических нагрузок могут демонстрировать совпадения (для пар ТМГ) не более 0-6% от общего числа [2-5,8].

Уровни значимости (P) для попарных сравнений 15-ти выборок параметров ТМГ (координат $x_i=x_i(t)$) у испытуемого (АНШ) до нагрузки при повторных экспериментах ($k=3$), с помощью непараметрического критерия Вилкоксона (*Wilcoxon Signed Ranks Test*)

	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	0,36	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,00		0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
4	0,00	0,01	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,35
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,57	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	0,36	0,00	0,03	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	0,01	0,00	0,00	0,00		0,02	0,00
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02		0,00
15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

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

Для проверки эффекта Еськова-Зинченко были рассчитаны матрицы парных сравнений выборок для всех 15-ти серий повторов выборок ТМГ по 15 выборок в каждой серии эксперимента в координатах $x_i=x_i(t)$ – положение пальца по отношению к датчику до и после статических нагрузок (всего 225 пар сравнения, из которых независимых 105). Результаты попарного сравнения средних значений рангов (достигнутых уровней значимости) параметров координат $x_i=x_i(t)$ треморограмм у испытуемого АНШ до статических нагрузок

с помощью непараметрического критерия Вилкоксона представлены в табл. 2.

В табл. 2 имеются только три элемента с $p>0,05$. Это означает, что из 105 разных пар сравнения ТМГ только у трех пар (разных выборок) возможно совпадение выборок ТМГ. Однако встречается такое значение $k=3$ (Z -число одинаковых k во всех 15-ти матрицах) (рис.1-2) из всех 15 серий повторов эксперимента 4 раза (табл.1). Подобные результаты были получены и при сравнении всех 15-ти серий выборок (по 15 в каждой) ТМГ у испытуемого (АНШ) после статических нагрузок. В этом случае мы просто нагружали конечность (указательный палец кисти) фиксированным грузом – 300 гр. и регистрировали треморограммы (225 раз). В этом случае число возможных совпадений пар (их отнесения к одной генеральной совокупности) возросло. Если максимум «совпадений» для 15-ти измерений (до нагрузки) мы имели $k=5$ и $k_{cp}=2,8$, то после статической нагрузки $k=7$ и $k_{cp}=3,1$ (табл.1).

Таким образом, мы предлагаем новую процедуру оценки влияния статической нагрузки на параметры пострурального тремора путем расчета числа «совпадений» двух любых пар из одного числа измерений N . Характерно, что все статистические функции распределения $f(x)$ выборок ТМГ показывают общую неустойчивость (для подряд регистрируемых повторов), что доказывает статистическую неустойчивость треморограмм [2-12].

Заключение. Тремор является характерным примером хаотической динамики поведения параметров нервно-мышечной системы человека, как сложной биосистемы *complexity*. Параметры тремора ($x_1(t)$, $x_2(t)=dx_1dt$, и $x_3(t)=dx_2dt$) демонстрируют неповторимую динамику, которую невозможно изучать в рамках традиционной науки, т.е. детерминизма или стохастики.

Функции распределения $f(x)$ непрерывно изменяются, а значит, и любые статистические характеристики имеют ежесекундный (для тремора) характер изменения (хаотического). Это представляет эффект Еськова-Зинченко в аспекте изучения ТМГ, но сейчас этот эффект распространяется и на другие параметры гомеостаза.

Разработанный метод персональной оценки параметров тремора при повторных измерениях, может быть использован в персонализированной медицине для оценки степени различий в состоянии любой динамической системы в норме и при патологии.

Литература

References

1. 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.
2. Баженова А.Е., Башкатова Ю.В., Живаева Н.В. Хаотическая динамика ФСО человека на Севере в условиях физической нагрузки. Тула, 2016. 318 с.
3. Балтикова А.А., Баженова А.Е., Башкатова Ю.В., Карпин В.А., Горленко Н.П. Многомерная хаотическая динамика тремора в оценке реакции нервно-мышечной системы человека на физическую нагрузку // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2013. № 1. Публикация 1-6. URL: <http://medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2013-1/4341.pdf> (Дата обращения: 15.04.2013)
4. Бетелин В.Б., Еськов В.М., Галкин В.А., Гавриленко Т.В. Стохастическая неустойчивость в динамике поведения сложных гомеостатических систем // Доклады академии наук. 2017. Т. 472, № 6. С. 642–644.
5. Веракса А.Н., Филатова Д.Ю., Поскина Т.Ю., Ключ Л.Г. Термодинамика в эффекте Еськова – Зинченко при изучении стационарных состояний сложных биомедицинских систем // Вестник новых медицинских технологий. 2016. Т. 23, №2. С. 18–25.
6. Еськов В.М., Еськов В.В., Филатова О.Е., Хадарцев А.А. Фрактальные закономерности развития человека и человечества на базе смены трёх парадигм // Вестник новых медицинских технологий. 2010. Т. 17, № 4. С. 192–194.
7. Еськов В.М., Брагинский М.Я., Козлова В.В. Биомеханическая система для изучения микродвижений конечностей человека: хаотические и стохастические подходы
- Adaykin VI, Berestin KN, Glushchuk AA, Lazarev BV, Polukhin VV, Rusak CN, Filatova OE. Stokhasticheskie i khaoticheskie podkhody v otsenke vliyaniya meteofaktorov na zaboлеваemost' naseleniya na primere KhMAO-Yugry. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2008;15(2):7-9. Russian.
- Bazhenova AE, Bashkatova YuV, Zhivaeva NV. Khaoticheskaya dinamika FSO cheloveka na Severe v usloviyakh fizicheskoy nagruzki [Chaotic dynamics of human FSO in the North under conditions of physical activity]. Tula; 2016. Russian.
- Baltikova AA, Bazhenova AE, Bashkatova YuV, Karpin VA, Gorlenko NP. Mnogomernaya khaoticheskaya dinamika tremora v otsenke reaktsii nervno-myshechnoy sistemy cheloveka na fizicheskuyu nagruzku [Multidimensional chaotic dynamics of the tremor in the assessment of reaction of neuromuscular system of the person on physical activity]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. Elektronnoe izdanie [internet]. 2013[cited 2013 Apr 15];1:[about 4 p.]. Russian. Available from: <http://medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2013-1/4341.pdf>.
- Betelin VB, Es'kov VM, Galkin VA, Gavrilenko TV. Stokhasticheskaya neustoychivost' v dinamike povedeniya slozhnykh gomeostaticeskikh sistem [Stochastic instability in the dynamics of behavior of complex homeostatic systems]. Doklady akademii nauk. 2017;472(6):642-4. Russian.
- Veraksa AN, Filatova DYU, Poskina TYu, Klyus LG. Termodinamika v effekte Es'kova – Zinchenko pri izuchenii statsionarnykh sostoyaniy slozhnykh biomeditsinskikh sistem [Thermodynamics in the effect Of eskova – Zinchenko during the study of the steady states of the complex biomedical systems]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2016;23(2):18-25. Russian.
- Es'kov VM, Es'kov VV, Filatova OE, Khadartsev AA. Fraktal'nye zakonomernosti razvitiya cheloveka i chelovechestva na baze smeny trekh paradigm [Synergetic paradigm at flactal descreption of man and human]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2010;17(4):192-4. Russian.
- Es'kov VM, Braginskiy MYa, Kozlova VV. Biomekhanicheskaya sistema dlya izucheniya mikrodvizheniy konechnostey cheloveka: khaoticheskie i stokhasticheskie podkhody v otsenke fiziologi-

- в оценке физиологического тремора // Вестник новых медицинских технологий. 2011. Т. 18, № 4. С. 44–48.
8. 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. Т. 19, № 2. С. 416–418.
9. Еськов В.М., Хадарцев А.А., Козлова В.В., Филатова О.Е. Использование статистических методов и методов многомерных фазовых пространств при оценке хаотической динамики параметров нервно-мышечной системы человека в условиях акустических воздействий // Вестник новых медицинских технологий. 2014. Т. 21, № 2. С. 6–10.
10. Еськов В.М., Зинченко Ю.П., Филатов М.А., Поскина Т.Ю. Эффект Н.А. Бернштейна в оценке параметров тремора при различных акустических воздействиях // Национальный психологический журнал. 2015. № 4. С. 66–73.
11. Еськов В.М., Полухин В.В., Филатова Д.Ю., Эльман К.А., Глазова О.А. Гомеостатические системы не могут описываться стохастическим или детерминированным хаосом // Вестник новых медицинских технологий. 2015. Т. 22, № 4. С. 28–33.
12. Еськов В.М., Хадарцев А.А., Филатова О.Е., Филатов М.А. Живые системы (complexity) с позиций теории хаоса – самоорганизации // Вестник новых медицинских технологий. 2015. Т. 22, № 3. С. 25–32.
13. Еськов В.М., Хадарцев А.А., Филатова О.Е., Хадарцева К.А., Литовченко О.Г. Проблема оценки эффективности кинематической характеристики вектора состояния организма // Вестник новых медицинских технологий. 2015. Т. 22, №1. С. 143–152.
14. Еськов В.М., Зинченко Ю.П., Филатов М.А., Еськов В.В. Эффект Еськова – Зинченко опровергает представления I.R. Prigogine, J.A. Wheeler и M. Gell-Mann о детерминированном хаосе биосистем – complexity // Вестник новых медицинских технологий. 2016. Т. 23, №2. С. 34–43.
15. Еськов В.М., Зинченко Ю.П., Филатова О.Е., Веракса А.Н. Биофизические про-
- cheskogo tremora [Biomechanic system of studying micromovements of human extremities: chaotic and stochastic approaches in the estimate of physiological tremor]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2011;18(4):44-8. Russian.
- Es'kov VM, Popov YuM, Filatova OE. Tret'ya paradigma i predstavleniya I.R. Prigozhina i G. Khakena o slozhnosti i osobykh svoystvakh biosistem [The third paradigm and presentations of I.R. Prigogine and H. Haken about complexity and specific biosystem properties]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2012;19(2):416-8. Russian.
- Es'kov VM, Khadartsev AA, Kozlova VV, Filatova OE. Ispol'zovanie statisticheskikh metodov i metodov mnogomernykh fazovykh prostranstv pri otsenke khaoticheskoy dinamiki parametrov nervnomyshechnoy sistemy cheloveka v usloviyakh akusticheskikh vozdeystviy. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2014;21(2):6-10. Russian.
- Es'kov VM, Zinchenko YuP, Filatov MA, Poskina TYu. Effekt N.A. Bernshteyna v otsenke parametrov tremora pri razlichnykh akusticheskikh vozdeystviyakh [The effect of NA Bernstein in the evaluation of tremor parameters for different acoustic effects]. Natsional'nyy psikhologicheskii zhurnal. 2015;4:66-73. Russian.
- Es'kov VM, Polukhin VV, Filatova DYu, El'man KA, Glazova OA. Gomeostaticheskie sistemy ne mogut opisyyvat'sya stokhasticheskim ili determinirovannym khaosom [Homeostatic system can not be described by stochastics or deterministic chaos]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2015;22(4):28-33. Russian.
- Es'kov VM, Khadartsev AA, Filatova OE, Filatov MA. Zhivye sistemy (complexity) s pozitsiy teorii khaosa – samoorganizatsii [Living systems (complexity) from the point of chaos and self-organization theory]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2015;22(3):25-32. Russian.
- Es'kov VM, Khadartsev AA, Filatova OE, Khadartseva KA, Litovchenko OG. Problema otsenki effektivnosti kinematcheskoy kharakteristiki vektora sostoyaniya organizma [Estimation problem of the effectiveness of the kinematic characteristic of the state vector of the organism]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2015;22(1):143-52. Russian.
- Es'kov VM, Zinchenko YuP, Filatov MA, Es'kov VV. Effekt Es'kova – Zinchenko oprovergaet predstavleniya I.R. Prigogine, J.A. Wheeler i M. Gell-Mann o determinirovannom khaose biosistem – complexity [The effect Of eskova – Zinchenko refutes the ideas I.R. Prigogine, J.A. Wheeler and M. Gell-Mann on determined chaos of the biosystems – complexity]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2016;23(2):34-43. Russian.
- Es'kov VM, Zinchenko YuP, Filatova OE, Veraksa AN. Biofizicheskie problemy v organizatsii dviz-

- блемы в организации движений с позиций теории хаоса – самоорганизации // Вестник новых медицинских технологий. 2016. Т. 23, №2. С. 182–188.
16. Еськов В.М., Еськов В.В., Гавриленко Т.В., Вохмина Ю.В. Формализация эффекта «Повторение без повторения» Н.А. Бернштейна // Биофизика. 2017. Т. 62, № 1. С. 168–176.
 17. Еськов В.М., Гудков А.Б., Баженова А.Е., Козупица Г.С. Характеристика параметров тремора у женщин с различной физической нагрузкой в условиях севера России // Экология человека. 2017. № 1. С. 38–42.
 18. Живогляд Р.Н., Живаева Н.В., Бондаренко О.А. Матрицы межаттракторных расстояний в оценке показателей вегетативной нервной системы жителей ЮГРЫ // Вестник современной клинической медицины. 2013. Т. 6, № 5. С. 120–123.
 19. Зилов В.Г., Еськов В.М., Хадарцев А.А., Еськов В.В. Экспериментальное подтверждение эффекта «Повторение без повторения» Н.А. Бернштейна // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. 2017. № 1. С. 4–9.
 20. Филатов М.А., Веракса А.Н., Филатова Д.Ю., Поскина Т.Ю. Понятие произвольных движений с позиций эффекта Еськова-Зинченко в психофизиологии движений // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2016. №1. С. 24–32.
 21. Филатова О.Е., Зинченко Ю.П., Еськов В.В., Стрельцова Т.В. Сознательное и бессознательное в организации движений // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2016. № 3. С. 23–30.
 22. Хадарцев А.А., Еськов В.М., Филатова О.Е., Хадарцева К.А. Пять принципов функционирования сложных систем, систем третьего типа // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2015. №1. Публикация 1-2. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-1/5123.pdf> (дата обращения: 25.03.2015). DOI: 10.12737/10410
 23. Хадарцев А.А., Дудин Н.С., Русак С.Н., Хадарцева К.А. Новые подходы в теории устойчивости биосистем – альтернатива теории А.М. Ляпунова // Вестник новых медицинских технологий. 2011. Т. 18, № 3. С. 336.
- heny s pozitsiy teorii khaosa – samoorganizatsii [Biophysical problems in the organization of dvizheny from the positions of the theory of chaos – of self-organizing]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2016;23(2):182-8. Russian.
- Es'kov VM, Es'kov VV, Gavpilenko TV, Voxmina YuV. Fopmalizatsiya effekta «Povtopenie bez povtopeniya» N.A. Bepnshteyna [Fopmalizatsiya of effect "Povtopenie without povtopeniya" OF N.A. Bepnshteyna]. Biofizika. 2017;62(1):168-76. Russian.
- Es'kov VM, Gudkov AB, Bazhenova AE, Kozupitsa GS. Kharakteristika parametrov tremora u zhenshchin s razlichnoy fizicheskoy nagruzkoy v usloviyakh severa Rossii [Characteristics of tremor parameters in women with different physical activity in the conditions of the north of Russia]. Ekologiya cheloveka. 2017;1:38-42. Russian.
- Zhivoglyad RN, Zhivaeva NV, Bondarenko OA. Matritsy mezhattraktornykh rasstoyaniy v otsenke pokazateley vegetativnoy nervnoy sistemy zhiteley YuGRY [Matrices of intertractor distances in the estimation of autonomic nervous system indices of Ugra people]. Vestnik sovremennoy klinicheskoy meditsiny. 2013;6(5):120-3. Russian.
- Zilov VG, Es'kov VM, Khadartsev AA, Es'kov VV. Eksperimental'noe podtverzhdienie effekta «Povtorenie bez povtoreniya» N.A. Bernshteyna [Experimental confirmation of the effect of "repetition without repetition" NA. Bernstein]. Byulleten' eksperimental'noy biologii i meditsiny. 2017;1:4-9. Russian.
- Filatov MA, Veraksa AN, Filatova DYU, Poskina TYU. Ponyatie proizvol'nykh dvizheniy s pozi-tsiy effekta Es'kova-Zinchenko v psikhofiziologii dvizheniy [The concept of voluntary movements with positions Eskova-Zinchenko effect in psychophysiology of movements]. Slozhnost'. Razum. Postneklassika. 2016;1:24-32. Russian.
- Filatova OE, Zinchenko YuP, Es'kov VV, Strel'tsova TV. Soznatel'noe i bessoznatel'noe v organizatsii dvizheniy [Conscious and unconscious in the organization of movements]. Slozhnost'. Razum. Postneklassika. 2016;3:23-30. Russian.
- Khadartsev AA, Es'kov VM, Filatova OE., Khadartseva KA. Pyat' printsipov funktsionirovaniya slozhnykh sistem, sistem tret'ego tipa [The five principles of the functioning of complex systems, systems of the third type]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. Elektronnoe izdanie [internet]. 2015[cited 2015 Mar 25];1[about 6 r.]. Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-1/5123.pdf>. DOI: 10.12737/10410
- Khadartsev AA, Dudin NS, Rusak SN, Khadartseva KA. Novye podkhody v teorii ustoychivosti biosistem – al'ternativa teorii A.M. Lyapunova [New approaches in the theory of biosystems stability – alternative to a.m. lyapunov's theory]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2011;18(3):336. Russian.