

I. БИОМЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ И СИНЕРГЕТИКА

DOI: 10.12737/21042

ОЦЕНКА ТРЕМОРОГРАММ ИСПЫТУЕМОГО В УСЛОВИЯХ РАЗЛИЧНЫХ СТАТИЧЕСКИХ НАГРУЗОК

А.Е. БАЖЕНОВА*, Д.В. БЕЛОЩЕНКО*, И.Н. САМСОНОВ*, А.С. СНИГИРЕВ**

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

** ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет», ул. Чехова, 16,

г. Ханты-Мансийск, 628012, Россия

Аннотация. Изучены особенности хаотической динамики тремора и параметров квазиаттракторов микродвижений верхних конечностей человека без нагрузки и в условиях воздействия различных статических нагрузок. Показана практическая возможность применения метода многомерных фазовых пространств, для идентификации реальных изменений параметров функционального состояния организма человека. Основываясь на методах расчета параметров квазиаттракторов, в качестве количественной меры оценки реакции организма на внешние воздействия, использовались площади квазиаттракторов фазовой плоскости. Увеличение площади квазиаттрактора происходит закономерно в ответ на увеличение степени воздействия статической нагрузки. В отдельных случаях: от $0,27 \times 10^{-6} \pm 0,16 \times 10^{-6}$ (у.е.) до $1,23 \times 10^{-6} \pm 0,60 \times 10^{-6}$ (у.е.) при нагрузке в 300 г, и $1,88 \times 10^{-6} \pm 0,78 \times 10^{-6}$ (у.е.) при нагрузке в 500 г. Среднее значение площадей квазиаттракторов для всех выборок треморограмм увеличивается по отношению к исходной площади (без нагрузки) в 6,3 раза для нагрузки в 300 г и в 10,1 раза для нагрузки в 500 г.

Ключевые слова: тремор, статическая физическая нагрузка, фазовое пространство.

TREMOROGRAM EVALUATION RELATED TO VARIOUS PHYSICAL STATIC LOADS

А.Е. BAZHENOVA*, D.V. BELOSHENKO*, I.N. SAMSONOV*, A.S. SNIGIREV**

* *Surgut State University, Lenin pr., 1, Surgut, 628400, Russia*** *Yugra State University, Chehova st., 16, Khanty-Mansiysk, 628012, Russia*

Abstract. The quasiattractor parameters and its chaotic dynamics are being discussed for micromovements of man's upper limbs with physical static loading and without. The feasibility of applying method of multidimensional phase spaces in identification of parameters changes in the functional state of man was demonstrated. The area of quasiattractors phase plane was used according to the methods of calculating the quasiattractors parameters as a quantitative measure of body's response to external stimuli – physical loads. Quasiattractor area increasing occurs naturally in response to increase in static load. In some cases, from $0,27 \pm 0,16$ (a.u., 10^{-6}) up to $1,23 \pm 0,60$ (a.u., 10^{-6}) at a load 300 grams and $1,88 \pm 0,78$ (a.u., 10^{-6}) at a load of 500 grams. The average value for all areas of quasiattractors tremorogram samples increase with respect to reference area (no physical load) in 6,3 times in case of 300 grams load and in 10,1 times in case of 500 grams load.

Key words: tremor, static physical loading, phase space.

Введение. Проблемы изучения двигательной активности человека занимали ве-

дущее место среди многогранных интересов Н.А. Бернштейна, который впервые от-

крыл системные закономерности микродвижений и биохимических движений в целом [14]. Его утверждения о целостной структуре в организации деятельности *нервно-мышечной системы* (НМС) человека призывали к разработке системно-структурного подхода в изучении строения и функций различных систем движений. Очевидно, что это возможно при высокой дифференциации элементов и при изучении разнообразия избирательных форм отношений между ними в живом движении [10-11]. Актуальность изучения одной из фундаментальных проблем управления движением, а именно, управление степенями свободы тела со стороны мозга, с точки зрения биомеханических и функциональных характеристик, очевидна [2,7].

Функциональное состояние организма (ФСО) человека в условиях выполнения специфических двигательных задач представляет особый интерес в рамках *теории хаоса и самоорганизации* (ТХС). Новый подход в рамках ТХС позволяет прогнозировать возможные изменения регуляторных систем НМС человека, как наиболее важной в аспекте жизнеобеспечения со стороны любых ФСО человека [20]. Информация о текущей динамике исследуемых функций может обеспечить прогноз развития жизни человека и оценить ее качество в различные возрастные периоды жизни [1,3,15-16].

В данной работе предлагается внедрение традиционных и новых физических методов в биологические исследования на основе метода двумерного фазового пространства для изучения особенностей реакции НМС в ответ на дозированные статические нагрузки [5-6,8,21]. Предлагается вместо традиционных пониманий стационарных режимов биосистем $dx/dt=0$, где $x=x(t)=(x_1, x_2, \dots, x_n)^T$ является *вектором состояния системы* (ВСС), использовать параметры *квазиаттракторов* (КА), внутри которых наблюдается движения ВСС в *фазовом пространстве состояний* (ФПС) [17]. Эти движения имеют хаотический характер, т.е. постоянно $dx/dt \neq 0$, но это движение ограничено объемом КА, что и доказывается в нашем исследовании.

Цель исследования – оценка особен-

ностей хаотической динамики тремора и параметров КА микродвижений верхних конечностей человека без нагрузки и в условиях воздействия статических нагрузок с позиции ТХС.

Объекты и методы исследования.

Для исследования была привлечена группа испытуемых в количестве 15 человек, основной группы здоровья. У испытуемых регистрировались параметры тремора с помощью биофизического измерительного комплекса, разработанного в лаборатории биокibernетики и биофизики сложных систем при СурГУ. Установка включает металлическую пластинку (крепится жестко к пальцу испытуемого), токовихревой датчик, усилитель, *аналого-цифровой преобразователь* (АЦП) и компьютер с оригинальным программным обеспечением. В качестве фазовых координат, помимо координаты $x_1=x(t)$ перемещения, использовалась координата скорости перемещения пальца $x_2=v(t)=dx_1/dt$ [4,9].

Тремор регистрировался без нагрузки и в условиях воздействия статических нагрузок, которые представляли собой удержание груза в 300 г и 500 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 неподвижность. Обработка данных и регистрация тремора конечности испытуемых проводилась на ЭВМ с использованием программы «*Charts3*». Благодаря запатентованному программному продукту удалось построить фазовые плоскости и рассчитать площади КА [13].

Статистическая обработка данных осуществлялась при помощи программного пакета «*Statistica 10*». Анализ соответствия вида распределения полученных данных закону нормального распределения производился на основе вычисления критерия Шапиро-Уилка. Дальнейшие исследования производились методами непараметрической статистики (критерий Вилкоксона) [22-23].

Результаты и их обсуждение. Нами были построены фазовые плоскости для всех

15-ти выборок (N) из 15-ти серий (n) экспериментов каждого испытуемого без нагрузки и в условиях воздействия нагрузки в 300 г и 500 г. Было установлено, что на всех этапах эксперимента треморограммы не имеют повторов даже на коротких временных интервалах. Для КА были рассчитаны площади S , которые находились как произведение двух вариационных размахов фазовых координат Δx_1 и Δx_2 , т.е. $S = \Delta x_1 \times \Delta x_2$. При этом вектор $x(t) = (x_1, x_2)^T$ совершал хаотические движения в пределах этих КА (их S). Таким образом, было получено 15×3 сводных таблиц с 225 значениями S без нагрузки и в условиях воздействия нагрузки в 300 г и 500 г. Анализ всех полученных значений S представляет схожую картину в виде данных испытуемого БЮВ (как типового).

Таблица 1

Площади ($S \times 10^{-6}$) КА выборок треморограмм испытуемого БЮВ (число повторов $N=15$)

№	Без нагрузки	300 г	500 г
1	0,08	0,73	1,02
2	0,19	0,81	1,13
3	0,22	1,35	1,24
4	0,34	0,80	1,31
5	0,70	2,23	1,44
6	0,20	1,51	1,61
7	0,13	0,64	1,75
8	0,30	2,06	1,95
9	0,30	2,06	2,12
10	0,45	0,88	1,80
11	0,06	0,41	2,50
12	0,27	1,00	2,72
13	0,09	0,99	3,11
14	0,33	1,12	3,56
15	0,38	1,97	0,99
$\langle S \rangle$	0,26	1,23	1,88
σ, \pm	0,16	0,59	0,78

Представленные в табл. 1 значения S выборок треморограмм испытуемого БЮВ для одной из серий эксперимента находятся в диапазоне от $0,06 \times 10^{-6}$ до $0,70 \times 10^{-6}$ у.е без нагрузки, от $0,41 \times 10^{-6}$ до $2,23 \times 10^{-6}$ в условиях влияния нагрузки 300 г, и от $0,99 \times 10^{-6}$ до $3,56 \times 10^{-6}$ в условиях влияния нагрузки 500 г. Уже в первом приближении S для КА демонстрировали различия значений без нагрузки и под воздействием нагрузки в 300 г и 500 г. При расчете среднего значения площадей ($\langle S \rangle$) и стандартного отклонения (σ, \pm), были

получены следующие данные: среднее значение площади КА $\langle S \rangle$ без нагрузки равна $0,26 \times 10^{-6} \pm 0,16 \times 10^{-6}$ у.е.; $\langle S \rangle$ в условиях статической нагрузки 300 г равна $1,23 \times 10^{-6} \pm 0,59 \times 10^{-6}$ у.е., и $\langle S \rangle$ в условиях статической нагрузки 500 г равна $1,88 \times 10^{-6} \pm 0,78 \times 10^{-6}$ у.е.

Эти данные свидетельствуют о том, что в условиях воздействия статической нагрузки 300 г КА испытуемого БЮВ увеличивается в 4,7 раза, а 500 г – в 7,2 раза по отношению к исходной S (без нагрузки). Увеличение нагрузки от 300 г до 500 г приводит к увеличению S КА в 1,5 раза.

Таким образом, площадь S для КА выборок треморограмм изменяются однонаправлено в сторону увеличения S в зависимости от степени физической подготовленности. В целом, такая динамика наблюдается у всех испытуемых, но она индивидуальна и ее расчет в рамках стохастики весьма затруднителен. Более того, вся ТХС разрабатывается сейчас для индивидуальной медицины и физиологии (спорта) [12,18-19].

В рамках такого подхода, аналогично примеру испытуемого БЮВ, были рассчитаны среднее значение $\langle S \rangle$ и стандартного отклонения σ, \pm для всех $N=15, n=15$ без нагрузки и под воздействием нагрузки в 300 г и 500 г. Эти измерения S без нагрузки всегда меньше, чем S под воздействием статической нагрузки 300 г и 500 г.

Итоговые результаты $\langle S \rangle$ ($N=15, n=15$) следующие: без нагрузки – $0,20 \times 10^{-6} \pm 0,53 \times 10^{-6}$ у.е., под воздействием статической нагрузки 300 г – $1,25 \times 10^{-6} \pm 0,31 \times 10^{-6}$ у.е., и под воздействием статической нагрузки 500 г – $2,01 \times 10^{-6} \pm 0,08 \times 10^{-6}$ у.е. Таким образом, среднее значение площади КА для всех 225 выборок треморограмм ($N=15, n=15$) под воздействием нагрузки в 300 г увеличивается в 6,2 раза, а под воздействием нагрузки в 500 г увеличивается в 10 раз, по отношению к исходной $\langle S \rangle$ (без нагрузки). Увеличение нагрузки от 300 г до 500 г приводит к увеличению $\langle S \rangle$ КА в 1,6 раза.

При использовании непараметрического парного сравнения с помощью критерия Вилкоксона были получены 15×3 таблиц, в которых представлены результаты расчета матриц (15×15) парного сравнения треморограмм $N=15, n=15$. Динамика не-

произвольных микродвижений конечностей (тремора пальцев рук), как реакция на статическую нагрузку, проявлялась в изменении числа совпадений произвольных пар выборок (k), которые (пары) можно отнести к одной генеральной совокупности. Были посчитано среднее число совпадений произвольных пар выборок ($\langle k \rangle$) и стандартного отклонения σ, \pm для всех 15-ти матриц без нагрузки и в условиях воздействия нагрузки в 300 г и 500 г, представленных в табл. 2. Их число увеличивается с $\langle k_1 \rangle = 2,13 \pm 1,64$ совпадений без нагрузки до $\langle k_2 \rangle = 3,13 \pm 1,68$ совпадений в условиях статической нагрузки 300 г, и до $\langle k_3 \rangle = 3,73 \pm 1,62$ совпадений в условиях статической нагрузки 500 г.

Таблица 2

Число пар совпадений выборок (k) для всех 15-ти матриц парного сравнения треморограмм испытуемого БАЕ (использовался критерий Вилкоксона, $p < 0,05$)

	Без нагрузки	300 г	500 г
1	4	2	3
2	4	3	3
3	2	4	5
4	2	2	4
5	3	1	4
6	1	5	7
7	6	4	2
8	2	3	4
9	1	6	0
10	1	3	4
11	1	4	4
12	0	2	5
13	0	1	4
14	3	6	2
15	2	1	5
$\langle k \rangle$	2,13	3,13	3,73
σ, \pm	1,64	1,68	1,62

Литература

1. 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.
2. Веракса А.Н., Горбунов Д.В., Шадрин Г.А., Стрельцова Т.В. Эффект Еськова-Зинченко в оценке параметров теппинга методами

Так же была проведена проверка статистических различий значения k матриц парного сравнения треморограмм без нагрузки (k_1) и в условиях воздействия нагрузки в 300 г (k_2) и 500 г (k_3). В результате сравнения k_1, k_2 и k_3 по критерию Вилкоксона были получены уровни значимости $p_{12}=0,031, p_{13}=0,0006, p_{23}=0,005$. Во всех случаях уровень значимости меньше критического уровня ($p < 0,05$), что говорит о том, что различия существенны. Новая методика расчета матрицы парных сравнений выборок позволяет оценить влияние статических нагрузок на ФСО.

Из табл. 2 следует, что все 15×3 матриц для 225 выборок треморограмм дают статистически значимое различие между числом совпадений пар треморограмм k_1 без нагрузки, числом k_2 в условиях воздействия нагрузки 300г, и k_3 в условиях воздействием нагрузки в 500 г.

Выводы:

1. Используя площади КА в качестве количественной меры наблюдаемой динамики тремора, было доказано, что в условиях статической нагрузки КА увеличивается в 4,7 раза под влиянием статической нагрузки 300 г, 7,2 раза при 500 г в отдельном случае, и в 6,2 раза под влиянием статической нагрузки 300 г, и 10 раз при 500 г в среднем во всех измерениях, для всех серий ($N=15, n=15$).

2. Прослеживается динамика увеличения число пар совпадений выборок треморограмм в условиях статической нагрузки. Более того, при сравнении k_1 и k_2, k_1 и k_3, k_2 и k_3 статистические различия значения $\langle k \rangle$ матриц парного сравнения треморограмм существенны $p_{12}=0,031, p_{13}=0,0006, p_{23}=0,005 (p < 0,05)$.

References

1. 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.
2. Veraksa AN, Gorbunov DV, Shadrin GA, Strel'tsova TV. Effekt Es'kova-Zinchenko v otsenke parametrov teppinga metodami teorii khaosa-

- теории хаоса-самоорганизации и энтропии // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2016. №1. С. 17–24.
3. Гараева Г.Р., Еськов В.М., Еськов В.В., Гудков А.Б., Филатова О.Е., Химикина О.И. Хаотическая динамика кардиоинтервалов трёх возрастных групп представителей коренного населения Югры // Экология человека. 2015. № 09. С. 50–55.
4. Еськов В.М., Филатова О.Е. Проблема идентичности функциональных состояний нейросетевых систем // Биофизика. 2003. Т. 48, № 3. С. 526–534.
5. Еськов В.М., Филатова О.Е., Фудин Н.А., Хадарцев А.А. Новые методы изучения интервалов устойчивости биологических динамических систем в рамках компартментно-кластерного подхода // Вестник новых медицинских технологий. 2004. Т. 11, № 3. С. 5–6.
6. Еськов В.М., Зиллов В.Г., Хадарцев А.А. Новые подходы в теоретической биологии и медицине на базе теории хаоса и синергетики // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2006. Т. 5, № 3. С. 617–622.
7. Еськов В.М., Живогляд Р.Н., Хадарцев А.А., Чантурия С.М., Шипилова Т.Н. Идентификация параметров порядка при женских патологиях в аспекте системного синтеза // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2006. Т. 5, № 3. С. 630–633.
8. Еськов В.М., Еськов В.В., Хадарцев А.А., Филатов М.А., Филатова Д.Ю. Метод системного синтеза на основе расчета межтракторных расстояний в гипотезе равномерного и неравномерного распределения при изучении эффективности кинезитерапии // Вестник новых медицинских технологий. 2010. Т. 17, № 3. С. 106–110.
9. Еськов В.М., Еськов В.В., Филатова О.Е. Особенности измерений и моделирования биосистем в фазовых пространствах состояний // Измерительная техника. 2010. № 12. С. 53–57.
10. Еськов В.М. Третья парадигма. Российская академия наук, Научно-проблемный совет по биофизике. Самара: Изд-во ООО «Офорт» (Гриф. РАН), 2011. 250 с.
11. Еськов В.В., Еськов В.М., Карпин В.А., Филатов М.А. Синергетика как третья парадигма, или понятие парадигмы в философии и науке // Философия науки. 2011. № 4. С. 126–128.
12. Еськов В.М., Адайкин В.И., Добрынин Ю.В., Полухин В.В., Хадарцева К.А. Насколько экономически эффективно внедрение методов теории хаоса и синергетики в здравоохранение // Вестник новых медицинских технологий. 2009. Т. 16, № 1. С. 25–28.
13. Еськов В.М., Хадарцев А.А., Козлова В.В., samoorganizatsii i entropii. Slozhnost'. Razum. Postneklassika. 2016;1:17-24.
- Garaeva GR, Es'kov VM, Es'kov VV, Gudkov AB, Filatova OE, Khimikova OI. Khaoticheskaya dinamika kardiointervalov trekh vozrastnykh grupp predstaviteley korennoogo naseleniya Yugry. Ekologiya cheloveka. 2015;09:50-5. Russian.
- Es'kov VM, Filatova OE. Problema identichnosti funktsional'nykh sostoyaniy neyrosetevykh sistem [Identity problem of functional states of neural network systems]. Biofizika. 2003;48(3):526-34. Russian.
- Es'kov VM, Filatova OE, Fu-din NA, Khadartsev AA. Novye metody izucheniya intervalov ustoychivosti biologicheskikh dinamicheskikh sistem v ramkakh kompartmentno-klasterного podkhoda. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2004;11(3):5-6. Russian.
- Es'kov VM, Zilov VG, Khadartsev AA. Novye podkhody v teoreticheskoy biologii i meditsine na baze teorii khaosa i sinergetiki. Sistemnyy analiz i upravlenie v biomeditsinskikh sistemakh. 2006;5(3):617-22. Russian.
- Es'kov VM, Zhivoglyad RN, Khadartsev AA, Chanturiya SM, Shipilova TN. Identifikatsiya parametrov poryadka pri zhenskikh patologiyakh v aspekte sistemnogo sinteza. Sistemnyy analiz i upravlenie v biomeditsinskikh sistemakh. 2006;5(3):630-3. Russian.
- Es'kov VM, Es'kov VV, Khadartsev AA, Filatov MA, Filatova DYu. Metod sistemnogo sinteza na osnove rascheta mezhatraktornykh rasstoyaniy v gipoteze ravnomernogo i neravnomernogo raspredeleniya pri izuchenii effektivnosti kineziterapii. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2010;17(3):106-10. Russian.
- Es'kov VM, Es'kov VV, Filatova OE. Osobennosti izmereniy i modelirovaniya biosistem v fazovykh prostranstvakh sostoyaniy. Izmeritel'naya tekhnika. 2010;12:53-7. Russian.
- Es'kov VM. Tret'ya paradigma. Rossiyskaya akademiya nauk, Nauchno-problemnyy sovet po biofizike. Samara: Izd-vo ООО «Ofort» (Grif. RAN); 2011. Russian.
- Es'kov VV, Es'kov VM, Karpin VA, Filatov MA. Sinergetika kak tret'ya paradigma, ili ponyatie paradigmy v filosofii i nauke. Filosofiya nauki. 2011;4:126-8. Russian.
- Es'kov VM, Adaykin VI, Dobrynin YuV, Polukhin VV, Khadartseva KA. Naskol'ko ekonomicheskii effektivno vnedrenie metodov teorii khaosa i sinergetiki v zdravookhranenie [How economical effective is the realization of methods of chaos theory and synergetics?]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2009;16(1):25-8. Russian.
- Es'kov VM, Khadartsev AA, Kozlova VV, Filatova

- 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.
14. 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.
15. 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.
16. Еськов В.М., Хадарцев А.А., Еськов В.В., Вохмина Ю.В. Хаотическая динамика кардиоинтервалов трёх возрастных групп представителей коренного и пришлого населения Югры // Успехи геронтологии. 2016. Т. 29, № 1. С. 44–51.
17. 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.
18. Карпин В.А., Еськов В.М., Филатов М.А., Филатова О.Е. Философские основания теории патологии: проблема причинности в медицине // Философия науки. 2012. № 1 (52). С. 118–128.
19. Сафоничева О.Г., Хадарцев А.А., Еськов В.М., Кидалов В.Н. Теория и практика восстановительной медицины. Том VI. Мануальная диагностика и терапия: Монография. Тула: ООО РИФ «ИНФРА» – Москва, 2006. 152 с.
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. Хадарцев А.А., Еськов В.М., Хадарцев В.А., Иванов Д.В. Клеточные технологии с позиций синергетики // Вестник новых медицинских технологий. 2009. Т. 16, № 4. С. 7–9.
22. Хадарцев А.А., Еськов В.М., Козырев К.М., Гонтарев С.Н. Медико-биологическая теория и практика: Монография / Под ред. В.Г. Тыминского. Тула: Изд-во ТулГУ – Белгород: ЗАО «Белгородская областная типография», 2011. 231 с.
23. Хадарцев А.А., Несмеянов А.А., Еськов В.М., Фудин Н.А., Кожемов А.А. Принципы тренировки спортсменов на основе теории хаоса и самоорганизации // Теория и практика физической культуры. 2013. №9. 87–93.
- OE. Ispol'zovanie statisticheskikh metodov i metodov mnogomernykh fazovykh prostranstv pri otsenke khao-ticheskoy dinamiki parametrov nervno-myshechnoy sistemy cheloveka v usloviyakh akusticheskikh vozdeyst-viy. 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 vozdeyst-viyakh. Natsional'nyy psikhologicheskiy zhurnal. 2015;4:66-73. Russian.
- Es'kov VM, Gazya GV, Maystrenko EV, Boltaev AV. Vliyanie promyshlennykh elektromagnitnykh poley na parametry serdechnososudistoy sistemy rabotnikov neftegazovoy otrasli. Ekologiya i promyshlennost' Rossii. 2016;1:59-63. Russian.
- Es'kov VM, Khadartsev AA, Es'kov VV, Vokhmina YuV. Khaoticheskaya dinamika kardiointervalov trekh vozrastnykh grupp predstaviteley koren'nogo i prishlogo naseleniya Yugry. Uspekhi gerontologii. 2016;29(1):44-51. Russian.
- Es'kov VM, Es'kov VV, Vokhmina YuV, Gavrilenko TV. The evolution of chaotic dynamics of collective modes as a way to describe the behavior of living systems. Vestn. Mosk. un-ta. Ser. 3. Fiz. Astron. 2016;2. Russian.
- Karpin VA, Es'kov VM, Filatov MA, Filatova OE. Filosofskie osno-vaniya teorii patologii: problema prichin-nosti v meditsine. Filosofiya nauki. 2012;1(52):118-28. Russian.
- Safonicheva OG, Khadartsev AA, Es'kov VM, Kidalov VN. Teoriya i praktika vosstanovitel'noy meditsiny. Tom VI. Manual'naya diagnostika i terapiya: Monografiya. Tula: ООО RIF «INFRA» – Moskva; 2006. Russian.
- Filatov MA, Veraksa AN, Filatova DYu, Poskina TYu. The concept of voluntary movements with positions Eskova-Zinchenko effect in psychophysiology of movements. Slozhnost'. Razum. Postneklassika. 2016;1:24-32. Russian.
- Khadartsev AA, Es'kov VM, Khadartsev VA, Ivanov DV. Cell' Technologies from Synergy Point of View. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2009;16(4):7-9. Russian.
- Khadartsev AA, Es'kov VM, Kozыrev KM, Gontarev SN. Mediko-biologicheskaya teoriya i praktika: Monografiya / Pod red. V.G. Tyminskogo. Tula: Izd-vo TulGU – Belgorod: ЗАО «Belgorodskaya oblastnaya tipografiya»; 2011. Russian.
- Khadartsev AA, Nesmeyanov AA, Es'kov VM, Fudin NA, Kozhemov AA. Printsipy trenirovki sportsmenov na osnove teorii khaosa i samoorganizatsii. Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury. 2013;9:87-93. Russian.