

DOI: 10.12737/ 24381

НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ ПАРАМЕТРОВ НЕРВНО-МЫШЕЧНОЙ СИСТЕМЫ У ЖЕНЩИН

Д.В. БЕЛОЩЕНКО, Ю.В. БАШКАТОВА, К.П. ЩИПИЦИН, И. Н. САМСОНОВ

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

Аннотация. 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* человека и призывал к разработке системно-структурного подхода в изучении строения и функций различных систем движений. С позиций эффекта Еськова-Зинченко демонстрируется необходимость по-новому рассматривать и прогнозировать на индивидуальном и популяционном уровнях состояние нервно-мышечной системы организма человека с учетом особого хаоса ее параметров. В работе изучается влияние кратковременного локального холодового воздействия на параметры нервно-мышечной системы организма человека, а именно тремора, у группы девушек. Показана практическая возможность применения метода многомерных фазовых пространств для идентификации реальных изменений параметров нервно-мышечной системы человека. Основываясь на методах расчета параметров квазиаттракторов, в качестве количественной меры оценки реакции организма на внешние воздействия использовались площади квазиаттракторов.

Ключевые слова: тремор, локальное холодовое воздействие, квазиаттрактор, адаптация.

THE UNCERTAINTY OF THE PARAMETERS OF THE NEUROMUSCULAR SYSTEM IN WOMEN

D.V. BELOSHENKO, YU.V. BASHKATOVA, K.P. SHCHIPITSIN, I.N. SAMSONOV

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

Abstract. N.A. Bernstein, who first discovered the systemic regularities of micromovements and biomechanical movement as a whole, have advanced approval of holistic framework in the organization of the neuromuscular system of a person and urged for the development of systemic-structural approach to study of structure and functions of various systems of movement. The need to reexamine and to predict the state of the neuromuscular system of the human body has been demonstrated from the standpoint of Eskov-Zinchenko effect in individual and population levels at the same time taking into account the special chaos of parameters of neuromuscular system. The paper examines the impact of short-term local cold exposure on the parameters of the neuromuscular system of the human body, namely tremor, in groups of girls. The practical possibility has been showed for applying the method of multidimensional phase spaces to identify real changes in the parameters of the neuromuscular system of a person. Based on the methods of calculating the parameters of quasi-attractor as a quantitative measure of the organism's reaction to external stimuli the squares of the quasi-attractors were used.

Key words: tremor, local cold perturbation, quasiattractor, adaptation.

Введение. Экологические и антропогенные факторы Севера формируют неблагоприятный фон для функционального со-

стояния организма и здоровья человека в целом. Это в первую очередь сказывается на деятельности двигательной системы, ко-

торая отражает поведение организма как единого целого. В связи с этим возникает проблема изучения особенностей поведения параметров двигательных функций человека, проживающего в особых условиях Югры [2,13-16].

Изучение параметров тремора у группы девушек до и после локального холодого воздействия может быть основано на традиционных и новых физических методах в биологических исследованиях на основе метода двухмерного фазового пространства. Для изучения особенностей реакции НМС в ответ на гипотермическое (локальное холодое) воздействие, вместо традиционного понимания стационарных режимов биосистем в виде $dx/dt=0$, где $x=x(t)=(x_1, x_2, \dots, x_n)^T$ является вектором состояния системы (ВСС), предлагается использовать параметры квазиаттракторов (КА), внутри которых наблюдается движения ВСС в фазовом пространстве состояний (ФПС) [3-5,7]. Эти движения имеют хаотический характер, т.е. постоянно $dx/dt \neq 0$. Любое направленное холодое воздействие изменяет значения параметров треморограмм НМС человека, о чем свидетельствуют изменения значения площадей квазиаттракторов параметров координат $x_i=x_i(t)$ треморограмм. Это представляет количественную меру эффекта Еськова-Зинченко в анализе хаотически изменяющихся статистических функций распределения выборок треморограмм. Для всех полученных выборок треморограмм был выполнен сравнительный статистический анализ, рассчитаны площади квазиаттракторов, а также построены фазовые портреты [8-10].

Объекты и методы исследования. В настоящих исследованиях объектом для наблюдения являлись испытуемые – молодые девушки (средний возраст 23 года), которые подвергались локальному холодому воздействию. 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 [1,11]. Показатели снимались до и после

гипотермического (локального холодого) воздействия. Всего было исследовано 15 человек, которые проживали на Севере более 20 лет, на предмет состояния их *нервно-мышечной системы* (НМС) в условиях гипотермии.

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) [7,9,11,17]. 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 $x=x(t)$ [6,7,12,17-19].

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. Систематизация материала и представленных результатов расчетов выполнялась с применением программного пакета электронных таблиц *Microsoft EXCEL* [10,11,17].

Результаты и их обсуждение. Первоначально был выполнен статистический анализ динамики параметров треморограмм (для 15-ти испытуемых в координатах $x_i=x_i(t)$ – положение пальца по отношению к датчику) группы девушек до и после локального холодого воздействия. 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 каждого из 15-ти испытуемых. Далее производился их анализ с помощью различных методов. В табл. 1 представлены результаты статистической обработки параметров координат треморограмм в группе испытуемых до и после локального холодого воздействия на предмет проверки соответствия нормального закона распределения. Так как данные параметров треморограмм распределены ненормально, то в дальнейшем результаты представлялись медианами и процентилями (5 и 95-й).

морограмм уменьшаются после локального холодого воздействия на 0,001 у.е., что статистически не является достоверным различием в оценке ответной реакции нервно-мышечной системы человека на внешнее неблагоприятное воздействие [10,19]. Иными словами традиционная статистика дает низкую эффективность в оценке ТМГ.

Для наглядной оценки хаотической динамики параметров квазиаттракторов треморограмм были построены фазовые портреты параметров треморограмм у группы испытуемых. Далее представлены характерные примеры фазовых портретов 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) для полученных кинематограмм, до и после локального холодого воздействия.

Таблица 1

Результаты статистической проверки на соответствие закону нормального распределения (по критерия Шапиро-Уилка) параметров координат $x_i=x_i(t)$ треморограмм у 15-ти девушек до и после локального холодого воздействия

N	До воздействия						После воздействия					
	W	p	X_{cp}	Процентили %			W	p	X_{cp}	Процентили %		
				50, Me	5, %	95, %				50, Me	5, %	95, %
1	0,925	0,000	0,697	0,695	0,675	0,723	0,958	0,000	0,676	0,675	0,663	0,693
2	0,979	0,000	0,782	0,780	0,753	0,813	0,924	0,000	0,722	0,718	0,692	0,775
3	0,983	0,000	0,732	0,730	0,706	0,762	0,943	0,000	0,773	0,778	0,738	0,800
4	0,947	0,000	0,734	0,735	0,697	0,767	0,955	0,000	0,728	0,733	0,689	0,759
5	0,963	0,000	0,769	0,773	0,743	0,789	0,969	0,000	0,779	0,779	0,743	0,814
6	0,951	0,000	0,689	0,687	0,673	0,714	0,848	0,000	0,661	0,653	0,635	0,713
7	0,978	0,000	0,846	0,845	0,825	0,865	0,888	0,000	0,730	0,732	0,694	0,754
8	0,959	0,000	0,688	0,686	0,656	0,714	0,936	0,000	0,901	0,903	0,878	0,915
9	0,951	0,000	0,805	0,808	0,779	0,831	0,974	0,000	0,749	0,749	0,737	0,764
10	0,960	0,000	0,621	0,619	0,597	0,656	0,993	0,000	0,800	0,801	0,754	0,839
11	0,961	0,000	0,730	0,730	0,708	0,750	0,944	0,000	0,725	0,724	0,707	0,754
12	0,982	0,000	0,762	0,762	0,711	0,816	0,979	0,000	0,693	0,694	0,656	0,722
13	0,945	0,000	0,700	0,697	0,685	0,715	0,971	0,000	0,662	0,663	0,647	0,676
14	0,977	0,000	0,649	0,651	0,631	0,664	0,955	0,000	0,788	0,787	0,759	0,821
15	0,982	0,000	0,782	0,782	0,761	0,802	0,944	0,000	0,591	0,585	0,555	0,643
ср	0,963	0,000	0,733	0,733	0,707	0,759	0,945	0,000	0,732	0,732	0,703	0,763

*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 процентилю (5-й и 95-й)

В табл. 1 представлена динамика средних значений X_{cp} и медиан параметров координат $x_i=x_i(t)$ треморограмм у 15-ти девушек до и после локального холодого воздействия. Средние значения и значения медиан параметров координат $x_i=x_i(t)$ тре-

морограмм уменьшаются после локального холодого воздействия на 0,001 у.е., что статистически не является достоверным различием в оценке ответной реакции нервно-мышечной системы человека на внешнее неблагоприятное воздействие [10,19]. Иными словами традиционная статистика дает низкую эффективность в оценке ТМГ.

Для наглядной оценки хаотической динамики параметров квазиаттракторов треморограмм были построены фазовые портреты параметров треморограмм у группы испытуемых. Далее представлены характерные примеры фазовых портретов 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) для полученных кинематограмм, до и после локального холодого воздействия.

Характерный пример фазового портрета для испытуемой А.Ю.М. представлен на рис. 1, где четко демонстрируется изменение параметров квазиаттракторов S_1 и S_2 . В данном случае размерность фазового пространства была равна двум. Нами установлена разнонаправленная реакция у всех испытуемых на действие локального охлаждения: в группе девушек значения площадей КА как уменьшались, так и увеличивались после локального холодого воздействия. А именно, у испытуемой А.Ю.М. (рис.1) отмечено уменьшение почти в 2,5 раза площади квазиаттрактора после локального холодого воздействия, что свидетельствует об адаптации организма к воздействию холодом.

Имеется пример, когда у испытуемой Ш.М.А значения площадей КА увеличилось в 3 раза после локального холодого воз-

действия, что говорит об индивидуальных особенностях организма человека (рис. 2).

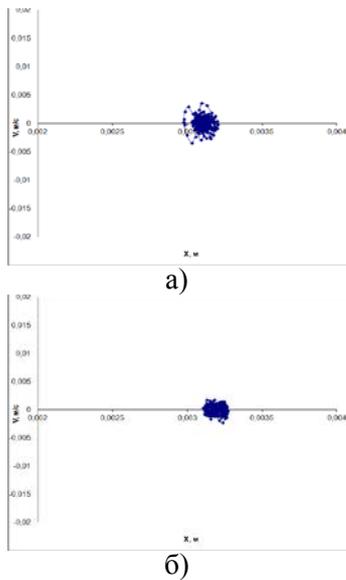


Рис. 1. Фазовый портрет параметров треморограмм испытуемой А.Ю.М. с координатами $x_1, x_2 = dx_1/dt$: а) конфигурация квазиаттрактора до локального холодового воздействия $S_{KA} = 16,1 \cdot 10^{-7}$ у.е.; б) изменения конфигурации квазиаттрактора после локального холодового воздействия $S_{KA} = 6,6 \cdot 10^{-7}$ у.е.

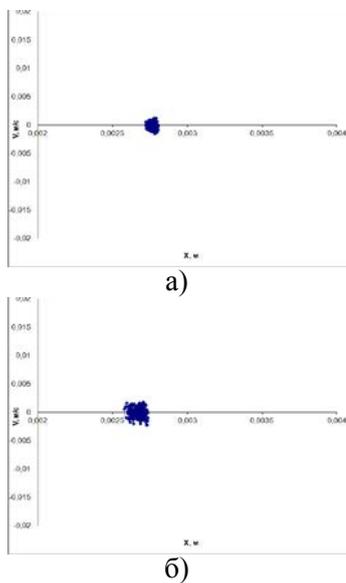


Рис. 2. Фазовый портрет параметров треморограмм испытуемой Ш.М.А. с координатами $x_1, x_2 = dx_1/dt$: а) конфигурация квазиаттрактора до локального холодового воздействия $S_{KA} = 2,2 \cdot 10^{-7}$ у.е.; б) изменения конфигурации квазиаттрактора после локального холодового воздействия $S_{KA} = 6,3 \cdot 10^{-7}$ у.е.

Общая тенденция изменения значений параметров площадей квазиаттракторов треморограмм у группы испытуемых до и после локального холодового воздействия ($S_{KA} \cdot 10^{-7}$ у.е.) представлена на рис. 3.

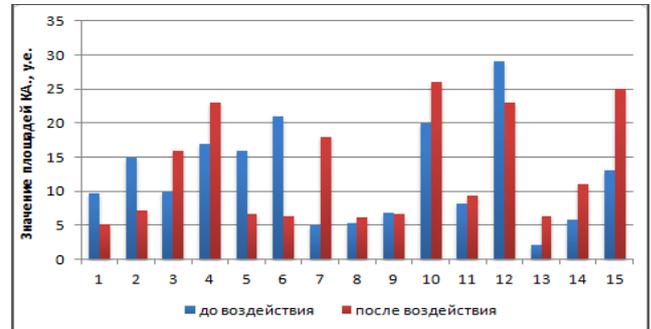


Рис. 3. Значения площадей квазиаттракторов, построенных по параметрам координат $x_i = x_i(t)$ треморограмм в группе испытуемых до и после локального холодового воздействия ($Z \cdot 10^{-7}$ у.е.)

Таким образом, гипотермическое (локальное холодовое) воздействие существенно изменяет значения параметров ТМГ по реакции у разных испытуемых разные. Об этом свидетельствуют как увеличения, так и уменьшения значения площадей квазиаттракторов у испытуемых (рис. 3). Использование запатентованных методов показало, что расчет параметров КА треморограмм показывает индивидуальное различие по параметрам ТМГ. Это позволяет объективно оценивать динамику резервных возможностей организма и их прогностическую значимость, а также оценивать степень тренированности (или детренированности) испытуемых.

Заключение. Методы математического моделирования параметров ТМГ у испытуемых в многомерном фазовом пространстве состояний (в сочетании с традиционными детерминистско-стохастическими методами) обеспечивают получение объективной информации о функциональном состоянии и степени адекватности реакций организма человека на холод. Установленные различия в значениях квазиаттракторов параметров ТМГ у группы девушек демонстрируют в большинстве случаев увеличение значения площадей квазиаттракторов. Это является маркером изменения хаотической

динамики статистических функций распределения $f(x)$ и индикатором индивидуаль-

ных особенностей организма человека.

Литература

References

1. Бернштейн Н.А. Биомеханика и физиология движений. Под ред. В.П. Зинченко. Институт практической психологии. 1997. 607 с.
 2. Бетелин В.Б., Еськов В.М., Галкин В.А., Гавриленко Т.В. Стохастическая неустойчивость в динамике поведения сложных гомеостатических систем // Доклады Академии Наук. Математическая физика. 2017. Т. 472, № 6. С. 1–3.
 3. 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.
 4. Еськов В.М., Брагинский М.Я., Козлова В.В. Биомеханическая система для изучения микродвижений конечностей человека: хаотические и стохастические подходы в оценке физиологического тремора // Вестник новых медицинских технологий. 2011. Т. 18, № 4. С. 44–48.
 5. 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.
 6. 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.
 7. 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.
 8. Еськов В.М., Полухин В.В., Филатова Д.Ю., Эльман К.А., Глазова О.А. Гомеостатические системы не могут описываться стохас-
- Bernshteyn NA. Biomekhanika i fiziologiya dvizheniy [Biomechanics and Physiology of movements]. Pod red. V.P. Zinchenko. Institut prakticheskoy psikhologii, 1997. Russian.
- Betelin VB, Es'kov VM, Galkin VA, Gavrilenko TV. Stokhasticheskaya neustoychivost' v dinamike povedeniya slozhnykh gomeostaticeskikh sistem [Stochastic instability in the dynamics of the behavior of the complex homeostatic systems]. Doklady Akademii Nauk. Matematicheskaya fizika. 2017;472(6):1-3. 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, Braginskiy MYa, Kozlova VV. Biomekhanicheskaya sistema dlya izucheniya mikrodvizheniy konechnostey cheloveka: khaoticheskie i stokhasticheskie podkhody v otsenke fiziologicheskogo tremora [Biomechanic system of studying micromovements of human extremeties: 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 VV, Vokhmina YuV, Gavri-lenko TV, Zimin MI. Modeli khaosa v fizike i teorii khaosa-samoorganizatsii. Slozhnost'. Razum. Postneklassika. 2013;2:42-56. Russian.
- Es'kov VM, Khadartsev AA, Kozlova VV, Filatova OE. Ispol'zovanie 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.
- Еськов ВМ, Полухин ВВ, Филатова ДЮ, Эльман КА, Глазова ОА. Гомеостатические системы не могут описываться стохастическим или де-

- тическим или детерминированным хаосом // Вестник новых медицинских технологий. 2015. Т. 22, № 4. С. 28–33.
9. 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.
10. 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.
11. Еськов В.М., Зинченко Ю.П., Филатова О.Е., Веракса А.Н. Биофизические проблемы в организации движений с позиций теории хаоса – самоорганизации // Вестник новых медицинских технологий. 2016. Т. 23, №2. С. 182–188.
12. 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.
13. Карасева Ю.В., Морозов В.Н., Хадарцев А.А., Хапкина А.В. Оценка системных механизмов адаптации при нанесении криотравмы по коэффициенту активности синтоксических программ адаптации // Вестник новых медицинских технологий. 2001. Т. 8, № 2. С. 39.
14. Морозов В.Н., Карасева Ю.В., Морозова В.И., Хапкина А.В., Дармограй В.Н. Низкотемпературные факторы в биологических и медицинских системах. Тула: Изд-во ТулГУ, 2012. 411 с.
15. Морозов В.Н., Хадарцев А.А., Карасева Ю.В., Морозова В.И., Хапкина А.В. Диагностика адаптивных процессов у лиц подверженных длительному холодовому процессу // Клиническая лабораторная диагностика. 2001. № 11. С. 45.
16. Морозов В.Н., Хапкина А.В., Карасева Ю.В., Хадарцев А.А., Карташова Н.М., Наумова Э.М. Возможности управления течением холодовой травмы активацией
- терминированным хаосом. Вестник новых медицинских технологий. 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, Zinchenko YuP, Filatov MA, Es'kov VV. Effekt Es'kova – Zinchenko oprovergaet predstavleniya I.R. Prigogine, JA. Wheeler i M. Gell-Mann o determinirovannom khaose biosistem – complexity [The effect Of eskova – Zinchenko refutes the ideas I.R. Prigogine, JA. 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 dvizheny 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.
- Karaseva YuV, Morozov VN, Khadartsev AA, Khapkina AV. Otsenka sistemnykh mekhanizmov adaptatsii pri nanesenii kriotravy po koeffitsientu aktivnosti sintoksicheskikh programm adaptatsii [Estimation of the system mechanisms of adaptation during putting of cryo-injury according to the activity coefficient of the sintoksicheskikh programs of the adaptation]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2001;8(2):39. Russian.
- Morozov VN, Karaseva YuV, Morozova VI, Khapkina AV, Darmogray VN. Nizkotemperaturnye faktory v biologicheskikh i meditsinskikh sistemakh [Low-temperature factors in the biological and medical systems]. Tula: Izd-vo TulGU; 2012. Russian.
- Morozov VN, Khadartsev AA, Karaseva YuV, Morozova VI, Khapkina AV. Diagnostika adaptivnykh protsessov u lits podverzhennykh dlitel'nomu kholodovomu protsessu [Diagnostics of adaptive processes in the persons of those subjected to the prolonged cold process]. Klinicheskaya laboratornaya diagnostika. 2001;11:45. Russian.
- Morozov VN, Khapkina AV, Karaseva YuV, Khadartsev AA, Kartashova NM, Naumova EM. Vozmozhnosti upravleniya techeniem kholodovoy travmy aktivatsiyey sintoksicheskikh programm adaptatsii

- синтоксических программ адаптации // Современные наукоемкие технологии. 2004. № 6. С. 94. [Control capabilities of the flow of cold injury by the activation of the sintoksicheskikh programs of the adaptation]. *Sovremennye naukoemkie tekhnologii*. 2004;6:94. Russian.
17. Филатова О.Е., Козлова В.В., Белощенко Д.В., Прасолова А.А. Стохастическая и хаотическая оценка параметров нервно-мышечной системы человека в осенний и весенний периоды года // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2015. № 4. С. 42–50. Filatova OE, Kozlova VV, Beloshchenko DV, Prasolova AA. Stokhasticheskaya i khaoticheskaya otsenka parametrov nervno-myshechnoy sistemy cheloveka v osenniy i vesenniy periody goda [Stochastic and chaotic estimation of the parameters of the neuromuscular system of man in the autumnal and spring periods of the year]. *Slozhnost'. Razum. Postneklassika*. 2015;4:42-50. Russian.
18. 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. 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.
19. Eskov V.M., Eskov V.V., Vochmina J.V., Gavrilenko T.V. The evolution of the chaotic dynamics of collective modes as a method for the behavioral description of living systems // Moscow University Physics Bulletin. 2016. T. 71, № 2. С. 143–154. Eskov VM, Eskov VV, Vochmina JV, Gavrilenko TV. The evolution of the chaotic dynamics of collective modes as a method for the behavioral description of living systems. *Moscow University Physics Bulletin*. 2016;71(2):143-54.