

DOI: 10.12737/article_5a1bffb1ca5c83.41736749

СТОХАСТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОМИОГРАММ В УСЛОВИЯХ ГИПОТЕРМИИ

С.А. ПРОХОРОВ¹, Д.В. БЕЛОЩЕНКО², Д.В. ГОРБУНОВ², М.Н. ГОРБУНОВА²¹*Самарский государственный аэрокосмический университет им. акад. С.П. Королева (НИУ), Московское шоссе, 34, Самара, Россия, 443086*²*БУ ВО «Сургутский государственный университет», ул. Ленина, 1, Сургут, Россия, 628400, e-mail: d.beloshhenko@mail.ru*

Аннотация. В работе анализировались многократные измерения параметров x_i гомеостаза организма человека на примере электромиограмм у группы тренированных девушек в спокойном состоянии и после локального холодового воздействия. Показано, что стохастический подход, расчет статистических функций распределения $f(x)$ получаемых подряд выборок электромиограмм даже у одного испытуемого демонстрирует все-таки хаотическую динамику. Иными словами, 15 измерений электромиограмм длительностью 5 секунд показывают невозможность совпадения $f(x)$ при попарном сравнении (105 разных пар) этих выборок. Ставится под сомнение достоверность информации о состоянии функций организма человека, которую получают при обработке разовой выборки параметров x_i для любой регуляторной системы, как пример – нервно-мышечная система. Организм человека не объект современной стохастики и теории хаоса, для его описания требуются новые методы теории хаоса-самоорганизации.

Ключевые слова: электромиограмма, локальное холодовое воздействие, адаптация, эффект Еськова-Зинченко.

STOCHASTIC EVALUATION OF ELECTROMYOGRAM PARAMETERS IN HYPOTHERMIA

S.A. PROKHOROV¹, D.V. BELOSHCHENKO², D.V. GORBUNOV², M.N. GORBUNOVA²¹*Samara State Aerospace University, Moskovskoe sh., 34, Samara, Russia, 443086*²*Surgut State University, Lenina pr., 1, Surgut, Russia, 628400**E-mail: d.beloshhenko@mail.ru*

Abstract. The multiple repetitions of the homeostasis parameters x_i of the human body as an example of electromyograms from the group of trained girls in a state of rest have been analyzed in this paper. It is shown that the stochastic approach, the calculation of the distribution functions $f(x)$, samples of electromyograms recorded consecutively even for one subject shows a chaotic dynamics. In other words, 15 recordings (5-seconds each) of electromyograms show the impossibility of coincidence of $f(x)$ at pairwise comparison (105 pairs) of these samples. The accuracy of the information on the functional systems of the body that we receive when processing a single sample of the parameters x_i of any functional system of the body is being questioned, as an example – neuromuscular system. Human body is not an object of modern stochastic and dynamical chaos theory of complex biosystems, for theory description needs new methods of chaos-selforganization theory.

Keywords: electromyogram, local cold exposure, homeostasis, adaptation, Eskov-Zinchenko effect.

Введение. Особенности влияния низкотемпературных воздействий (холода) на кожу и мышцы человека исследуются специалистами различных областей знаний (и в первую очередь экологами и физиологами в области трудовых процессов) уже на протяжении многих лет. Отметим, что гипотермия – это важнейший фактор, воздействующий на организм человека при работе на Севере РФ. Несмотря на многочисленные исследования в области гипотермии,

критическая гипотермия продолжает оставаться актуальной (в качестве физиологического и производственного фактора) наряду с другими экофакторами [1,5-7,19-24].

В настоящее время достаточно полно изучены многие аспекты вредного воздействия холодового фактора на организм человека, а также разработаны диагностические и дифференциально-диагностические критерии оценки воздействия гипотермии.

Однако целостное представление о механизмах адаптации организма к холоду в медицинской, физиологической и экологической науке и практике к настоящему моменту изучено еще недостаточно [2-9,14,15]. Изучению данного вопроса могут способствовать целенаправленные экспериментальные исследования. Известно, что локальное и общее переохлаждение организма часто способствует возникновению миодистрофий. Вместе с тем клинические наблюдения с использованием функциональных методов исследования только усугубляют расхождения во взглядах на роль холодового фактора в возникновении данного феномена [25-30]. Поэтому результаты экспериментальных физиологических исследований по изучению реакции *нервно-мышечной системы* (НМС) на гипотермию требуют особого внимания с позиций новой *теории хаоса-самоорганизации* (ТХС) [16-24].

Целью настоящей работы является исследование динамики изменения параметров НМС у группы тренированных испытуемых на примере *электромиограмм* (ЭМГ) до и после локального холодового воздействия. Гипотермический фактор представляет особый научно-практический интерес для оценки механизмов адаптации и для понимания принципов функционирования сложных систем, систем третьего типа, *complexity* в особых условиях Севера РФ. Низкие температуры в среднем в Югре длятся с октября по май, т.е. не менее 7-8 месяцев в году и это весьма важный экофактор.

Объект и методы исследования. В настоящих исследованиях объектом для наблюдения являлись испытуемые – молодые девушки в возрасте 23-х лет, занимающиеся игровым видом спорта (баскетболом) 13 лет, которые подвергались локальному холодовому воздействию по стандартной методике [3-11].

Изначально испытуемые находились в положении сидя с вытянутыми руками вдоль туловища в относительно комфортных условиях при полном отсутствии какой-либо нагрузки на мускулатуру. Испытуемым закреплялись 2 электрода: к мыш-

це (передних пучков дельтовидной правой руки) отводящей мизинец (*musculus adductor digiti mini (MADM)*) кисти был прикреплен накожный вилочковый электрод с постоянным межэлектродным расстоянием, а к самой кисти (где находится лучезапястный сустав) был прикреплен заземляющий электрод.

Находясь в комфортном (сидячем) положении испытуемым необходимо было сжимать рабочую часть динамометра мышечной силой 50Н кистью правой верхней конечности, вытянутой в горизонтальном положении до и после гипотермического (локального холодового) воздействия (верхняя конечность (правая кисть руки) испытуемого помещалась в емкость с талой водой при $t \approx +3C^0$ и находилась там, в течение 1 минуты, после чего снимались показатели). В течение 5 секунд по 15 раз записывались показания ЭМГ в режиме биполярного отведения с последующей регистрацией в памяти ЭВМ [1,21-27]. Всего было обследовано 30 человек, которые проживали на Севере более 25 лет.

Статистическая обработка данных осуществлялась при помощи программного пакета «*Statistica 10*». Проверка данных на соответствие закону нормального распределения оценивалась на основе вычисления критерия Шапиро-Уилка. Дальнейшие исследования производились методами непараметрической статистики (критерий Вилкоксона). Систематизация материала и представленных результатов расчетов выполнялась с применением программного пакета электронных таблиц *Microsoft EXCEL*.

Поскольку для многих параметров гомотаза функции распределения $f(x)$ не могут показывать устойчивость ($f(x)$ непрерывно изменяются), то возникает вопрос о целесообразности использования функций распределения $f(x)$ для ЭМГ. Наблюдается их непрерывное изменение при сравнении выборок ЭМГ и любая ЭМГ имеет свой особый закон распределения и $f(x)$ для каждого интервала. Были составлены матрицы парных сравнений выборок ЭМГ для всех 15-ти пар повторов как до, так и после гипотермического воздействия и установлена

закономерность изменения числа «совпадений» пар выборок k , получаемых параметров ЭМГ у тренированных испытуемых.

Результаты исследования. В результате статистической обработки временной развертки сигнала электромиограмм (анализ спектра периодических биомеханических показателей человека) с помощью программы «*MioEcg 2*» были получены 4000 дискретных значений $x(t)$ ЭМГ мышцы при каждом из многократных повторах до и после локального холодого воздействия. Все эти повторы были направлены на разработку методов индивидуальной медицины, в которой необходимо учитывать эффект Еськова-Зинченко [22-30].

Для визуальной оценки данных, полученных с электромиографа, строилась временная развертка сигнала (рис. 1), которая преобразовывалась дискретизацией сигнала в некоторые числовые ряды (выборки ЭМГ). Выбраны первые 500 значений ЭМГ в течении 0,125 сек. При анализе полученных временных рядов по данным с электромиографии видно, что получаемый сигнал уникален. Это проявляется в хаотической динамике статистических функций распределения ЭМГ получаемых выборок. Невозможно подряд произвольно получить две одинаковые $f(x)$ ($f_j(x_i) \neq f_{j+1}(x_i)$). Это и есть эффект Еськова-Зинченко [1-13] в электрофизиологии, который в первые был открыт в биомеханике [20-28].

На рис. 1 представлен характерный пример сокращений мышцы *MADM* у тренированного испытуемого до и после локального холодого воздействия, регистрация в течение 0,125 сек.

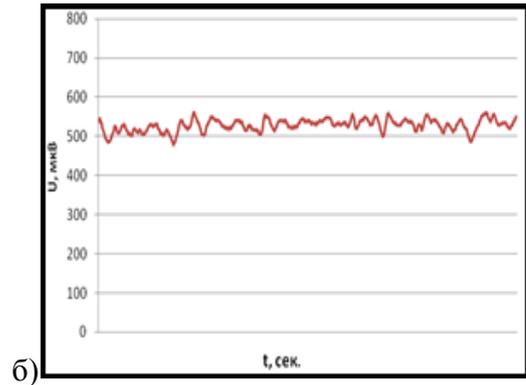
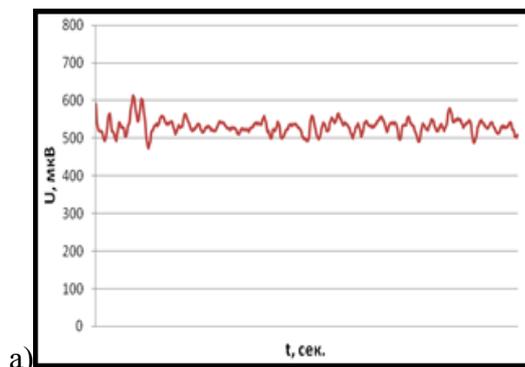


Рис. 1. Динамика параметров электромиограмм у тренированного испытуемого: а) до локального холодого воздействия, б) после локального холодого воздействия. Здесь: по оси y – амплитуда напряжения (абсолютное значение биопотенциалов мышцы (мкВ)); по оси x – время (0,125 сек.)

Была отмечена различная динамика параметров ЭМГ при анализе 0,125-ти секундной временной развертки сигнала. Типичный пример представлен на рис.1, который демонстрирует существенную разницу в поведении значений амплитуд параметров биоэлектрической активности мышцы (ЭМГ) во времени до и после локального холодого воздействия у тренированного испытуемого. Наблюдается уменьшение амплитуды параметров сокращения *MADM* правой руки испытуемого, находящегося в условиях физической нагрузки после локального холодого воздействия. Напряжение мышцы (ЭМГ) до локального холодого воздействия варьирует в пределах от 474-613 мкВ, после локального холодого воздействия 472-561 мкВ.

Далее для группы испытуемых был выполнен сравнительный статистический анализ динамики параметров ЭМГ с более чем 4000-ми точек ЭМГ в каждой выборке из всех 15-ти выборок (всего значений $x_i(t)$ в серии 60000 ЭМГ). Были составлены матрицы парных сравнений выборок ЭМГ до и после локального холодого воздействия (табл. 1-2), которые демонстрируют различное число пар совпадений (k) у группы испытуемых. При использовании непараметрического критерия Вилкоксона были получены многочисленные таблицы, в ко-

торых представлены результаты сравнения значений ЭМГ для 15-ти серий повторов выборок ЭМГ по 15 выборок в каждой серии эксперимента (225 выборок)).

В качестве примера представлены результаты обработки данных значений ЭМГ тренированного испытуемого в спокойном

состоянии (без какого либо воздействия) в виде матрицы (15×15) для одной (из всех 15-ти) серии (табл. 1). Эти повторы измерений ЭМГ производили для проверки эффекта Еськова-Зинченко (в физиологии) относительно состояния НМС, как базовой функциональной системы организма [1-16].

Таблица 1

Уровни значимости (p) для попарных сравнений параметров ЭМГ тренированного испытуемого до локального холодового воздействия с помощью непараметрического критерия Вилкоксона (*Wilcoxon Signed Ranks Test*) (число повторов $N=15$), число совпадений $k_1=20$

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		0,00	0,05	0,00	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,56	0,09	0,38	0,89	0,00	0,00
2	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
3	0,05	0,00		0,02	0,00	0,00	0,00	0,31	0,00	0,00	0,00	0,08	0,02	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,02		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,22	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,02	0,00	0,58	0,19	0,07	0,40	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09		0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,31	0,00	0,02	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,62	0,29	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,56	0,00	0,00	0,00	0,58	0,00	0,00	0,00	0,00		0,23	0,08	0,16	0,00	0,00
11	0,09	0,00	0,00	0,00	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,23		0,00	0,02	0,00	0,00
12	0,38	0,00	0,08	0,00	0,07	0,00	0,00	0,62	0,00	0,08	0,00		0,16	0,00	0,00
13	0,89	0,00	0,02	0,00	0,40	0,00	0,00	0,29	0,00	0,16	0,02	0,16		0,00	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	0,00		0,00
15	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	

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

Характерно, что все статистические функции распределения $f(x)$ выборок ЭМГ показывают общую неустойчивость (для подряд регистрируемых повторов). Имеются (в табл.1.) только три поддиагональных элемента ($k_s=3$) с $p > 0,05$. Это означает, что из 105 разных пар сравнения ЭМГ только у трех пар (поряд) возможно совпадение выборок ЭМГ. Здесь k_1 – это число пар выборок, которые (пары) можно отнести к одной генеральной совокупности, если их регистрировать подряд.

Из табл. 1 следует, что k имеет небольшие значения ($k_1=20$) для тренирован-

ного испытуемого до локального холодового воздействия. Подобные результаты были получены и при сравнении всех 15-ти серий выборок (по 15 в каждой) ЭМГ после гипотермического воздействия (табл.2). Однако, имеется только один поддиагональный элемент ($p_{14-13}=0,11$, т.е. $k_s=1$), с $p > 0,05$ и общее число k снизилось до среднего значения $k_2=13$, это показывает усиление доли хаоса в целом [21-28] (именно для женского населения Югры, для мужчин имеем обратный эффект)

Таблица 2

Уровни значимости (p) для попарных сравнений 15-ти выборок параметров ЭМГ тренированного испытуемого после локального холодового воздействия с помощью непараметрического критерия Вилкоксона (*Wilcoxon Signed Ranks Test*) (число повторов $N=15$), число совпадений $k_2=11$

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		0,00	0,00	0,00	0,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,00		0,00	0,00	0,00	0,02	0,97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	0,00	0,00
3	0,00	0,00		0,00	0,00	0,06	0,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,68
4	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,48	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	0,02	0,06	0,00	0,00		0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,28

7	0,00	0,97	0,55	0,00	0,00	0,00		0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,01		0,00	0,00	0,00	0,41	0,32	0,00	0,00
9	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
10	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
11	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
12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,41	0,00	0,00	0,00		0,00	0,93	0,00
13	0,00	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,32	0,00	0,00	0,00	0,00		0,11	0,00
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,93	0,11		0,00
15	0,00	0,00	0,68	0,00	0,00	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

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

Оценка статистической значимости результатов при парном сравнении всех ЭМГ (15×15 разных!) после локального холодого воздействия представлена в табл. 2. Результат попарного сравнения 15-ти выборок значений ЭМГ у тренированного испытуемого после гипотермического воздействия показал, что холод значимо влияет на параметры ЭМГ практически во всех выборках. За исключением 11 пар сравнений после воздействия, чьи значения допустимого уровня значимости выше критического ($p > 0,05$), а значит не имеется статистически значимых различий в значениях биоэлектрической активности мышцы и холодое воздействие. Это делает их схожими по данным параметрам для ЭМГ (выборки принадлежат одной генеральной совокупности). В целом, для ЭМГ тренированных испытуемых характерно небольшое значение $k=11$, что говорит о существенном формировании адапционных механизмов у испытуемых за 23 года жизни на Севере РФ и состоянии адекватной мобилизации в рамках хаотичной, а не стохастической динамики [21-30].

Заключение

Электромиограммы являются характерным примером хаотической динамики поведения параметров любой сложной биомеханической системы. Параметры электромиограмм (*биоэлектрическая активность мышцы*), демонстрируют неповторимую динамику, которую невозможно изучать в рамках традиционной науки, т.е. детерминизма или стохастики. Функции распределения у испытуемых непрерывно изменяются при повторных экспериментах, а значит, любые статистические результаты имеют ежесекундный (для электромио-

грамм) характер изменения (хаотического) [21-30].

Расчет матриц парных сравнений 15-ти выборок для тренированных испытуемых показал, что из 105 пар независимых выборок можно получить не более 20% пар совпадений выборок до локального холодого воздействия и около 13% после гипотермического воздействия. Остальные 89-80% пар сравнения демонстрируют отсутствие возможности их отнесения к одной генеральной совокупности. Это может, является важной характеристикой адапционных возможностей функциональных систем организма (поведение хаотической динамики ЭМГ) у лиц с хорошей физической подготовкой, что может характеризовать степень физической подготовленности и отличие спортсмена от человека без физической подготовки (при этом речь идет о женском населении Югры).

Изучение состояния механизмов регуляции, определение степени напряжения регуляторных систем имеют большое значение для оценки особенностей адаптации организма человека к холоду.

Литература

1. Белощенко Д.В., Якунин В.Е., Потюрин Е.С., Королев Ю.Ю. Оценка параметров электромиограмм у женщин при разном статическом усилии в режиме повторения // Клиническая медицина и фармакология. – 2017. – Т. 3. – № 1. – С. 26-31.
2. Бодин О.Н., Гавриленко Т.В., Горбунов Д.В., Самсонов И.Н. Влияние статической нагрузки мышц на параметры энтропии электромиограмм // Вестник новых медицинских технологий. – 2017. – Т. 24. – № 3. – С. 47-52.
3. Еськов В.В. Термодинамика неравновесных систем I.R. Prigogine и энтропий-

ный подход в физике живых систем // Вестник новых медицинских технологий. – 2017. – Т. 24. – № 2. – С. 7–15.

4. Еськов В.В. Математическое моделирование неэргодичных гомеостатических систем // Вестник новых медицинских технологий. – 2017. – Т. 24. – № 3. – С. 33-39.

5. Еськов В.В., Гавриленко Т.В., Еськов В.М., Вохмина Ю.В. Феномен статистической неустойчивости систем третьего типа – complexity // Журнал технической физики. – 2017. – Т. 87. – № 11. – С. 1609-1614.

6. Еськов В.В. Хаотическая динамика систем третьего типа – complexity // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2017. №3. Публикация 1-3. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2017-3/1-3.pdf> (дата обращения: 18.09.2017).

7. Еськов В.М., Филатова О.Е., Полухин В.В. Проблема выбора абстракций при применении биофизики в медицине // Вестник новых медицинских технологий. – 2017. – Т. 24. – № 1. – С. 158-167.

8. Еськов В.М., Зинченко Ю.П., Филатов М.А., Иляшенко Л.К. Теорема Гленсдорфа - Пригожина в описании хаотической динамики тремора при холодовом стрессе // Экология человека. – 2017. – № 5. – С. 27-32.

9. Еськов В.М., Томчук А.Г., Широков В.А., Ураева Я.И. Стохастический и хаотический анализ вертеброневрологических показателей и визуальной аналоговой шкалы боли в комплексном лечении хронических мышечно-скелетных болей // Клиническая медицина и фармакология. – 2017. – Т. №3. – С. 8-

10. Еськов В.М., Зинченко Ю.П., Журавлева О.А., Филатова О.Е. Три глобальные парадигмы естествознания и обоснование третьей парадигмы в психологии и медицине // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. – 2017. – Т. 11. – № 1. – С. 45-54.

11. Живогляд Р.Н., Манонов А.М., Ураева Я.И., Головачева Е.А. Использование апитерапии при сосудистых заболеваниях и болезнях позвоночника в условиях Севера

РФ // Клиническая медицина и фармакология. – 2017. – Т. 3. – №3. – С. 2-7.

12. Зилов В.Г., Хадарцев А.А., Еськов В.В., Еськов В.М. Экспериментальные исследования статистической устойчивости выборок кардиоинтервалов // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2017. – Т. 164. – № 8. – С. 136-139.

13. Колосова А.И., Филатов М.А., Майстренко Е.В., Филатова Д.Ю., Макеева С.В. Параметры памяти учащихся, в зависимости от типа латерализации головного мозга, как показатель здоровья на Севере РФ // Клиническая медицина и фармакология. – 2017. – Т. 3. – №3. – С. 19-23.

14. Морозов В.Н., Хадарцев А.А., Карасева Ю.В., Морозова В.И., Хапкина А.В. Диагностика адаптивных процессов у лиц, подверженных длительному холодовому воздействию // Клиническая лабораторная диагностика. – 2001. – № 11. – С. 45.

15. Морозов В.Н., Хадарцев А.А., Хапкина А.В. Роль синтоксических и кататоксических программ адаптации в патогенезе местной холодовой травмы (отморожении) // Вестник новых медицинских технологий. – 2001. – Т. VIII. – № 1. – С. 27.

16. Филатова О.Е., Майстренко Е.В., Болтаев А.В., Газя Г.В. Влияние промышленных электромагнитных полей на динамику сердечно-сосудистых систем работников нефтегазового комплекса // Экология и промышленность России. – 2017. – Т. 21. – №7. – С. 46-51.

17. Филатова О.Е., Бодин О.Н., Куропаткина М.Г., Гимадиев Б.Р. Гомеостатичность метеопараметров окружающей среды // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2017. №3. Публикация 1-5. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2017-3/1-5.pdf> (дата обращения: 18.09.2017).

18. Хадарцев А.А., Еськов В.М. Внутренние болезни с позиции теории хаоса и самоорганизации систем (научный обзор) // Терапевт. – 2017. – № 5-6. – С. 5-12.

19. Эльман К.А., Срыбник М.А., Прасолова А.А., Волохова М.А. Сравнительный анализ функциональных систем организма коренного детско-юношеского населения в

условиях Севера // Клиническая медицина и фармакология. – 2017. – Т. 3. – №3. – С. 14-18.

20. Якунин В.Е., Белощенко Д.В., Камалтдинова К.Р., Потетюрин Е.С. Хаотическая оценка параметров электромиограмм у мужчин при разном статическом усилии // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2017. №3. Публикация 1-4. URL: <http://www.medsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2017-3/1-4.pdf> (дата обращения: 18.09.2017).

21. Betelin V.B., Eskov V.M., Galkin V.A. and Gavrilenko T.V. Stochastic Volatility in the Dynamics of Complex Homeostatic Systems // Doklady Mathematics. – 2017. – Vol. 95. – No. 1. – Pp. 92–94.

22. Eskov V.M., Eskov V.V., Gavrilenko T.V. and Vochmina Yu.V. Formalization of the Effect of “Repetition without Repetition” Discovered by N.A. Bernshtein // Biophysics. – 2017. – Vol. 62. – No. 1. – Pp. 143–150.

23. Eskov V.M., Filatova O.E., Eskov V.V. and Gavrilenko T.V. The Evolution of the Idea of Homeostasis: Determinism, Stochastics and Chaos–Self-Organization // Biophysics. – 2017. – Vol. 62. – No.5. – Pp 809–820.

24. Eskov V.M., Bazhenova A.E., Vochmina U.V., Filatov M.A., Ilyashenko L.K. N.A. Bernstein hypothesis in the Description of chaotic dynamics of involuntary movements of person // Russian Journal of Biomechanics. – 2017. – Vol. 21. – No. 1. – Pp. 14-23.

25. Eskov V.M., Gudkov A.B., Bazhenova A.E., Kozupitsa G.S. The tremor parameters of female with different physical training in the Russian North // Human Ecology. – 2017. – No. 3. – Pp. 38-42.

26. Eskov V.M., Eskov V.V., Vochmina Y.V., Gorbunov D.V., Ilyashenko L.K. Shannon entropy in the research on stationary regimes and the evolution of complexity // Moscow University Physics Bulletin. – 2017. – Vol. 72. – No. 3. – Pp. 309-317.

27. Filatova D.U., Veraksa A.N., Berestin D.K., Streltsova T.V. Stochastic and chaotic assessment of human's neuromuscular system in conditions of cold exposure // Human Ecology. – 2017. – No. 8. – Pp. 15-20.

28. Filatova O.E., Eskov V.V., Filatov M.A., Ilyashenko L.K. Statistical instability phenomenon and evaluation of voluntary and involuntary movements // Russian Journal of Biomechanics. – 2017. – Vol. 21. – No. 3. – P. 224-232.

29. Khadartsev A.A., Nesmeyanov A.A., Eskov V.M., Filatov M.A., Pab W. Fundamentals of chaos and self-organization theory in sports // Integrative medicine international. – 2017. – Vol. 4. – Pp. 57-65.

30. Zilov V.G., Eskov V.M., Khadartsev A.A., Eskov V.V. Experimental confirmation of the effect of "Repetition without repetition" N.A. Bernstein // Bulletin of experimental biology and medicine. – 2017. – Vol. 1. – Pp. 4-8.

Reference

1. Beloshchenko D.V., Yakunin V.E, Potetyurina E.S., Korolev Yu.Yu. Otsenka parametrov elektromiogramma u zhenshchin pri raznom staticheskom usilii v rezhime povtoreniya [Assesment of electromyograms parameters in women with different static physical loads during repetitions] // Klinicheskaya meditsina i farmakologiya. – 2017. – Т. 3. – № 1. – S. 26-31.

2. Bodin O.N., Gavrilenko T.V., Gorbunov D.V., Samsonov I.N. Vliyanie staticheskoi nagruzki myshts na parametry entropii elektromiogramma [Thermodynamic method in analyzing the parameters bioelectrical muscles at different static loads] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii. – 2017. – Т. 24. – № 3. – S. 47-52.

3. Eskov V.V. Termodinamika neravnovesnykh sistem I.R. Prigogine i entropiinyi podkhod v fizike zhivykh sistem [Thermodynamics of nonequilibrium systems I.R. Prigogine and entropy approach in the physics of living systems] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii. – 2017. – Т. 24. – № 2. – S. 7–15.

4. Eskov V.V. Matematicheskoe modelirovanie neergodichnykh gomeostaticeskikh sistem [Mathematical modeling of non-ergodic homeostatic systems] // Vestnik no-

vykh meditsinskikh tekhnologii. – 2017. – Т. 24. – № 3. – С. 33-39.

5. Eskov V.V., Gavrilenko T.V., Eskov V.M., Vokhmina Yu.V. Fenomen statisticheskoi neustoichivosti sistem tret'ego tipa – complexity [Static Instability Phenomenon in Type-Three Secretion Systems: Complexity] // Zhurnal tekhnicheskoi fiziki. – 2017. – Т. 87. – № 11. – С. 1609-1614.

6. Eskov V.V. Khaoticheskaya dinamika sistem tret'ego tipa – complexity [Chaotic dynamics of systems of the third type - complexity] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii. Elektronnoe izdanie. 2017. № 3. Publikatsiya 1-3. URL: <http://www.medsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2017-3/1-3.pdf> (data obrashcheniya: 18.09.2017).

7. Eskov V.M., Filatova O.E., Polukhin V.V. Problema vybora abstraktsii pri primeneni biofiziki v meditsine [Problem of a choice of abstractions: application the biophysics in medicine] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii. – 2017. – Т. 24. – № 1. – С. 158-167.

8. Eskov V.M., Zinchenko Yu.P., Filatov M.A., Ilyashenko L.K. Teorema Glensdorfa - Prigozhina v opisani khaoticheskoi dinamiki tremora pri kholodovom stresse [Glansdorff-prigogine theorem in the description of tremor chaotic dynamics in cold stress] // Ekologiya cheloveka. – 2017. – № 5. – С. 27-32.

9. Eskov V.M., Tomchuk A.G., Shirokov V.A., Uraeva Ya.I. Stokhasticheskii i khaoticheskii analiz vertebroevrologicheskikh pokazatelei i vizual'noi analogovoi shkaly boli v kompleksnom lechenii khronicheskikh myshechno-skeletnykh bolei [Stochastic and chaotic analysis of vertebroevrological indicators and visual analogue scale of pain in complex treatment of chronic muscle-skeletal pains] // Klinicheskaya meditsina i farmakologiya. – 2017. – Т. №3. – С. 8-

10. Eskov V.M., Zinchenko Yu.P., Zhuravleva O.A., Filatova O.E. Tri global'nye paradigmy estestvoznaniya i obosnovanie tret'ei paradigmy v psikhologii i meditsine [Three global paradigms of natural sciences and justification of the third paradigm in psychology and medicine] // Vestnik novykh med-

itsinskikh tekhnologii. Elektronnoe izdanie. – 2017. – Т. 11. – № 1. – С. 45-54.

11. Zhivoglyad R.N., Manonov A.M., Uraeva Ya.I., Golovacheva E.A. Ispol'zovaniya apiterapii pri sosudistyx zabolevaniyakh i boleznyakh pozvonochnika v usloviyakh Severa RF [Use of apiterapy in vascular diseases, spine diseases in the conditions of the north of the russian federation] // Klinicheskaya meditsina i farmakologiya. – 2017. – Т. 3. – №3. – С. 2-7.

12. Zilov V.G., Khadartsev A.A., Es'kov V.V., Es'kov V.M. Eksperimental'nye issledovaniya statisticheskoi ustoychivosti vyborok kardiointervalov [The absence of statistical stability in rr-intervals of human body] // Byulleten' eksperimental'noi biologii i meditsiny. – 2017. – Т. 164. – № 8. – С. 136-139.

13. Kolosova A.I., Filatov M.A., Maistrenko E.V., Filatova D.Yu., Makeeva S.V. Parametry pamyati uchashchikhsya, v zavisimosti ot tipa lateralizatsii golovnogo mozga, kak pokazatel' zdorov'ya na Severe RF [Parameters of memory of students residing on the russian north, depending on the type of brain lateralization] // Klinicheskaya meditsina i farmakologiya. – 2017. – Т. 3. – № 3. – С. 19-23.

14. Morozov V.N., Khadartsev A.A., Karaseva Yu.V., Morozova V.I., Khapkina A.V. Diagnostika adaptivnykh protsessov u lits, podverzhennykh dlitel'nomu kholodovomu vozdeistviyu // Klinicheskaya laboratornaya diagnostika. – 2001. – № 11. – С. 45.

15. Morozov V.N., Khadartsev A.A., Khapkina A.V. Rol' sintoksicheskikh i katarakt-sicheskikh programm adaptatsii v patogeneze mestnoi kholodovoi travmy (otmorozhenii) // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii. – 2001. – Т. VIII. – № 1. – С. 27.

16. Filatova O.E., Maistrenko E.V., Boltayev A.V., Gazya G.V. Vliyanie promyshlennykh elektromagnitnykh polei na dinamiku serdechno-sosudistyx sistem rabotnits neftegazovogo kompleksa [The influence of industrial electromagnetic fields on cardiorespiratory systems dynamics of oil-gas industry complex female workers] // Ekologiya i promyshlennost' Rossii. – 2017. – Т. 21. – № 7. – С. 46-51.

17. Filatova O.E., Bodin O.N., Kuropatkina M.G., Gimadiev B.R. Gomeostatichnost'

meteoparametrov okruzhayushchei sredy [Homeostasis of metheo-parameters of the environment] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii. Elektronnoe izdanie. 2017. №3. Publikatsiya 1-5. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2017-3/1-5.pdf> (data obrashcheniya: 18.09.2017).

18. Khadartsev A.A., Es'kov V.M. Vnutrennie bolezni s pozitsii teorii khaosa i samoorganizatsii sistem (nauchnyi obzor) // Terapevt. – 2017. – № 5-6. – S. 5-12.

19. Elman K.A., Srybnik M.A., Prasolova A.A., Volokhova M.A. Sravnitel'nyi analiz funktsional'nykh sistem organizma korenogo detsko-yunosheskogo naseleniya v usloviyakh Severa [Comparative analysis of functional systems of the indigenous youth population in the north] // Klinicheskaya meditsina i farmakologiya. – 2017. – T. 3. – № 3. – S. 14-18.

20. Yakunin V.E., Beloshchenko D.V., Kamaltdinova K.R., Potetyurina E.S. Khaoticheskaya otsenka parametrov elektromiogram u muzhchin pri raznom staticheskom usilii [Chaotic assesment of electromyograms parameters in men with different static physical loads] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii. Elektronnoe izdanie. 2017. № 3. Publikatsiya 1-4. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2017-3/1-4.pdf> (data obrashcheniya: 18.09.2017).

21. Betelin V.B., Eskov V.M., Galkin V.A. and Gavrilenko T.V. Stochastic Volatility in the Dynamics of Complex Homeostatic Systems // Doklady Mathematics. – 2017. – Vol. 95. – No. 1. – Pp. 92–94.

22. Eskov V.M., Eskov V.V., Gavrilenko T.V. and Vochmina Yu.V. Formalization of the Effect of “Repetition without Repetition” Discovered by N.A. Bernshtein // Biophysics. – 2017. – Vol. 62. – No. 1. – Pp. 143–150.

23. Eskov V.M., Filatova O.E., Eskov V.V. and Gavrilenko T.V. The Evolution of the Idea of Homeostasis: Determinism, Stochastics and Chaos–Self-Organization // Biophysics. – 2017. – Vol. 62. – No. 5. – Pp 809-820.

24. Eskov V.M., Bazhenova A.E., Vochmina U.V., Filatov M.A., Ilyashenko L.K. N.A. Bernstein hypothesis in the Description

of chaotic dynamics of involuntary movements of person // Russian Journal of Biomechanics. – 2017. – Vol. 21. – No. 1. – Pp. 14-23.

25. Eskov V.M., Gudkov A.B., Bazhenova A.E., Kozupitsa G.S. The tremor parameters of female with different physical training in the Russian North // Human Ecology. – 2017. – No. 3. – Pp. 38-42.

26. Eskov V.M., Eskov V.V., Vochmina Y.V., Gorbunov D.V., Ilyashenko L.K. Shannon entropy in the research on stationary regimes and the evolution of complexity // Moscow University Physics Bulletin. – 2017. – Vol. 72. – No. 3. – Pp. 309-317.

27. Filatova D.U., Veraksa A.N., Berestin D.K., Streltsova T.V. Stochastic and chaotic assessment of human's neuromuscular system in conditions of cold exposure // Human Ecology. – 2017. – No. 8. – Pp. 15-20.

28. Filatova O.E., Eskov V.V., Filatov M.A., Ilyashenko L.K. Statistical instability phenomenon and evaluation of voluntary and involuntary movements // Russian Journal of Biomechanics. – 2017. – Vol. 21. – No. 3. – P. 224-232.

29. Khadartsev A.A., Nesmeyanov A.A., Eskov V.M., Filatov M.A., Pab W. Fundamentals of chaos and self-organization theory in sports // Integrative medicine international. – 2017. – Vol. 4. – Pp. 57-65.

30. Zilov V.G., Eskov V.M., Khadartsev A.A., Eskov V.V. Experimental confirmation of the effect of "Repetition without repetition" N.A. Bernstein // Bulletin of experimental biology and medicine. – 2017. – Vol. 1. – Pp. 4-8.