

ОСОБЕННОСТИ РЕГУЛЯЦИИ ДВИГАТЕЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ У ЖЕНЩИН

Л.А. ДЕНИСОВА¹, Д.В. БЕЛОЩЕНКО², Ю.В. БАШКАТОВА², Д.В. ГОРБУНОВ²

¹ Омский государственный технический университет,
пр-т Мира, 11, Омск, 644050, Россия

² БУ ВО «Сургутский государственный университет»,
ул. Ленина, 1, Сургут, 628400, Россия, e-mail: d.beloshhenko@mail.ru

В рамках новой **теории хаоса-самоорганизации** (ТХС) доказывается эффект Еськова-Зинченко, когда подряд получаемые выборки параметров **нервно-мышечной системы** (НМС) человека (в неизменном гомеостазе) демонстрируют непрерывное хаотическое изменение статистических функций распределения параметров НМС. В этом случае мы не можем вольно регистрировать подряд одинаковые выборки (и их статистические функции) любого параметра x_i описывающего гомеостаз. В рамках ТХС демонстрируется возможность расчета параметров хаотической динамики электромиограмм у испытуемых — молодых девушек **до** и **после** статических нагрузок. Одновременно регистрировались изменения значения площадей S квазиаттракторов (КА) электромиограмм, которые показывают достоверные различия выборок S и их кратное изменение при сильном напряжении мышцы у испытуемых.

Ключевые слова: электромиограммы, статическая нагрузка, эффект Еськова-Зинченко, квазиаттрактор.

Введение

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 НМС организма человека, с учетом особого хаоса параметров НМС [1–7]. Основа этого эффекта — доказательство отсутствия статистической устойчивости параметров **тремограмм** (ТМГ), **теппинграмм** (ТПГ), **электромиограмм** (ЭМГ) и других параметров гомеостаза. В получаемых подряд выборках ТМГ, ТПГ и ЭМГ у одного человека (в одном гомеостазе) мы не можем наблюдать повторение их статистических функций распределения $f(x)$ [12–21].

В настоящей работе ставилась задача изучения признаков статистических различий выбо-

рок параметров ЭМГ путем проверки выборок ЭМГ на статистическое совпадение. Использовались новые методы ТХС методы, которые позволяли обнаруживать изменения (или сходство) получаемых выборок ЭМГ и функционального состояния организма человека в целом, находящегося в различных физических состояниях (**до** и **после** статических нагрузок). Особенность исследований — проверка гипотезы Н.А. Бернштейна о повторении без повторений и доказательство эффекта Еськова-Зинченко на примере ЭМГ [17–24].

Объект и методы исследования

Для исследования была привлечена группа испытуемых — девушки в возрасте 25-ти лет, которые проживают на Севере РФ более 20-ти лет. В режиме многократных повторений по стандартной методике производилась регистрация показателей НМС человека, а именно ЭМГ. Всего было исследовано 30 человек на предмет состояния их НМС в условиях статических нагрузок.

Изначально испытуемые находилась 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 мышце отводящей мизинец (*musculus adductor digiti mini* (MADM)) кисти был прикреплен накожный биполярный 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 ($F_1=50$ и $F_2=200$ ньютонов (Н)) кистью правой верхней конечности, вытянутой в горизонтальном положении.

В течение 5 секунд по 15 раз записывались показания ЭМГ в режиме биполярного отведения с последующей регистрацией в памяти ЭВМ. В каждой серии измерений показатели снимались при слабом напряжении мышцы ($F_1=50$ Н) и при сильном напряжении мышцы ($F_2=200$ Н) в сравнительном аспекте, многократно. Во всех случаях у испытуемых регистрировались ЭМГ с частотой дискретизации $\mu=0.25$ мс. Записи ЭМГ мышцы обрабатывались программным комплексом для формирования вектора $x=(x_1, x_2)^T$, где $x_1=x(t)$ — абсолютное значение биопотенциалов мышцы (ЭМГ) на некотором интервале времени Δt , а x_2 — скорость изменения x_1 , т. е. $x_2=dx_1/dt$ []. На основе полученного вектора $x(t)=(x_1, x_2)^T$ строились квазиаттракторы (КА) динамики поведения $x(t)$ и рассчитывались площади КА для всех многократных повторов испытуемой. Расчет площади $S_{КА}$ (в общем случае объема V_G , т.к. $x_3=dx_2/dt$) производился на основе общей формулы: $V_G^k = \prod_{i=1}^m D_i^k$, где D_i^k представляли вариационные размахи по каждой x_i координате. Любой динамический отрезок для координат $x_1(t)$ и $x_2(t)$ в фазовом пространстве был неповторим и невоспроизводим и поэтому эти движения (как хаотическое) происходили в пределах ограниченных объёмов ФПС — КА, динамику которых можно изучать в рамках ТХС [7–15].

Обработка всех полученных экспериментальных данных осуществлялась при помощи программного пакета «Statistica 10». Были составлены матрицы парных сравнений выборок параметров ЭМГ для всех 15 серий повторов экспериментов. Устанавливалась закономерность изменения числа «совпадений» пар выборок k , получаемых параметров ЭМГ у группы испытуемых. Систематизация материала и представленных результатов расчетов выполнялась с применением программного пакета электронных таблиц *Microsoft EXCEL* и в рамках новых методов ТХС [18–24].

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 ЭМГ. Наблюдается их непрерывное изменение при сравнении выборок ЭМГ и любая ЭМГ имеет свой особый закон распределения и $f(x)$ для каждого интервала времени измерений Δt . Были составлены матрицы парных сравнений выборок ЭМГ, в которых анализировались результаты сравнения значений ЭМГ для 15-ти серий повторов выборок ЭМГ по 15 выборок в каждой серии эксперимента при 2-х силах сжатия динамометра ($F_1=50$ Н и $F_2=200$ Н).

Таким образом, для одного испытуемого было получено 15 выборок ЭМГ с более чем 4000 точек ЭМГ в каждой выборке из всех 15-ти выборок (всего значений 60000 ЭМГ). В качестве примера представлены результаты обработки данных значений ЭМГ испытуемой (БДВ) при слабом напряжении мышцы ($F_1=50$ Н) в виде матрицы (15×15) для одной (из всех 15-ти) серии (табл. 1). Очевидно, что число k пар «совпадений» выборок ЭМГ в табл. 1. невелико ($k=21$), что доказывает статистическую неустойчивость ЭМГ [12–20].

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 с $p>0,05$. Это означает, что из 105 разных пар сравнения ЭМГ только у трех пар (подряд) возможно совпадение выборок ЭМГ. Здесь k_s — 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 ($k_1=21$) для испытуемой БДВ при слабом напряжении мышцы ($F_1=50$ Н). Подобные результаты были получены и при сравнении всех 15-ти серий выборок (по 15 в каждой) ЭМГ при сильном напряжении мышцы ($F_2=200$ Н) (табл. 2). В этом случае уменьшилось число $k=13$ ($p>0,05$), однако на поддиагональных элементах k_s увеличилось (до 4-х). Общее число k снизилось до $k_2=13$ и это показывает усиление доли хаоса в целом [18–24].

В целом из таблицы 2 следует, что число пар k выборок ЭМГ для девушек при четырехкратном увеличению силы сжатия ($F_2=4F_1$), которые можно отнести к одной генеральной совокупности (подчеркнем, что человек находился в другом гомеостазе и выборки ЭМГ (по $n=4000$ точек ЭМГ в каждой) получались подряд, уменьшились до $k=14$. Это малая величина из всех 105 независи-

Таблица 1

Уровни значимости (P) для попарных сравнений 15-ти выборок параметров ЭМГ испытуемой (БДВ) при *слабом* напряжении мышцы ($F_1=50H$) при повторных экспериментах ($k=21$), 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	0,06	0,00	0,00	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	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,57	0,00	0,00	0,00
3	0,06	0,00		0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
4	0,00	0,33	0,01		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,68	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,63	0,00	0,00	0,00	0,22	0,00	0,18	0,15	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,39	0,35	0,02	0,00	0,00	0,06	0,06	0,95
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,63	0,00		0,00	0,00	0,00	0,34	0,00	0,04	0,02	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,39	0,00		0,99	0,79	0,00	0,00	0,00	0,01	0,21
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,35	0,00	0,99		0,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,38
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,79	0,86		0,00	0,00	0,00	0,00	0,65
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22	0,00	0,34	0,00	0,00	0,00		0,00	0,01	0,01	0,00
12	0,00	0,57	0,01	0,68	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	0,18	0,06	0,04	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00		0,77	0,02
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	0,06	0,02	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,77		0,04
15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,95	0,00	0,21	0,38	0,65	0,00	0,00	0,02	0,04	

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

Таблица 2

Уровни значимости (P) для попарных сравнений 15-ти выборок параметров ЭМГ испытуемой (БДВ) при *сильном* напряжении мышцы ($F_2=200H$) при повторных экспериментах ($k=14$), 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	0,03	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14
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	0,03	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	0,06	0,00	0,00		0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,50
5	0,00	0,00	0,00	0,04		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,29	0,00	0,00	0,00	0,02
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,43	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,31	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,43		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,96	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,12	0,00	0,87	0,41	0,00	0,00
9	0,51	0,00	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,00		0,00	0,11	0,04	0,00	0,00
11	0,00	0,00	0,00	0,04	0,29	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,01	0,00
12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,87	0,00	0,11	0,00		0,75	0,00	0,00
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,41	0,00	0,04	0,00	0,75		0,00	0,00
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,31	0,96	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00		0,00
15	0,14	0,00	0,00	0,50	0,02	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

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

мых пар сравнения. Оказалось, что в первом случае (для $F_1=50H$) матрица 15×15 (105 разных пар сравнений) показывает $k_1=21$. При увеличении напряжения до $F_2=200H$ наблюдается уменьшение числа совпадений пар выборок до $k_2=14$ (доля стохастики незначительно уменьшается (k сни-

жается)), причем у испытуемой БДВ уменьшение числа «совпадений» пар k при сильном напряжении мышцы ($F_2=200H$) наблюдается во всех 15-ти сериях повторений эксперимента (табл. 3). Это характерно именно для девушек (у мужчин наблюдается иная реакция на увеличение F).

Число пар совпадений выборок (k) для всех 15-ти матриц парного сравнения ЭМГ испытуемой БДВ при 2-х силах сжатия динамометра ($F_1=50\text{Н}$ и $F_2=200\text{Н}$)

N серии	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	$X_{cp} k$	$max k$	$min k$
$F_1=50\text{Н}$ k в серии	30	23	28	32	21	35	25	18	21	20	28	32	38	18	20	26	38	18
$F_2=200\text{Н}$ k в серии	16	13	12	16	12	9	4	12	16	15	16	13	14	16	13	13	16	4

В качестве примера представим сводную таблицу (табл. 3) результатов изменения числа «совпадений» пар выборок k , получаемых параметров ЭМГ для всех 15-ти серий повторов эксперимента при слабом напряжении мышцы ($F_1=50\text{Н}$) и при сильном напряжении мышцы ($F_2=200\text{Н}$) у испытуемой БДВ. Из этой таблицы следует, что среднее число пар $\langle k \rangle$ совпадений выборок k уменьшается при сильном напряжении мышцы ($F_2=200\text{Н}$) во всех 15-ти сериях повторов эксперимента. Это доказывает статистическую неустойчивость ЭМГ и уменьшение числа пар совпадений (падает доля стохастичности) при четырехкратном увеличении силы напряжения мышцы у девушек. Подобная динамика нами наблюдалась и при анализе ТМГ [1,2]. Все это доказывает глобальность эффекта Еськова-Зинченко, в котором наблюдается хаотический калейдоскоп статистических функций $f(x)$ для одного гомеостаза.

Для наглядной оценки хаотической динамики параметров ЭМГ были рассчитаны площади квазиаттракторов (КА) и построены их фазовые портреты. Характерный (типичный) пример фазового портрета испытуемой БДВ при слабом и сильном напряжении мышцы ($F_1=50\text{Н}$ и $F_2=200\text{Н}$ соответственно) представлен на рис. 1, где наблюдается резкое снижение площади КА при $F_2=200\text{Н}$. Это может являться важной характеристикой адаптационных закономерностей поведения хаотической динамики ЭМГ у женского населения Югры, а также характеризовать степень физической подготовленности (отличие

спортсмена от человека без физической подготовки) испытуемых.

Таким образом, при сильном напряжении мышцы ($F_2=200\text{Н}$) существенно изменяются значения параметров ЭМГ. Об этом свидетельствуют как изменения значения площадей КА, так и уменьшение числа k совпадений у испытуемой при повторных экспериментах. Использование запатентованных методов показало, что расчет параметров КА и построение матриц парных сравнений выборок ЭМГ показывает индивидуальное различие по параметрам ЭМГ. Это позволяет объективно оценивать динамику резервных возможностей организма и их прогностическую значимость, а также оценивать степень тренированности (или детренированности) испытуемых.

Заключение

Выборки подряд регистрируемых параметров ЭМГ являются характерным примером хаотической динамики поведения параметров НМС человека, как сложной биосистемы (*complexity*). Параметры ЭМГ ($x_1(t)$, $x_2(t)=dx_1/dt$, и $x_3(t)=dx_2/dt$), демонстрируют неповторимую динамику, которую невозможно изучать в рамках традиционной науки, т.е. детерминизма или стохастичности. Функции распределения $f(x)$ непрерывно изменяются, а значит, и любые статистические характеристики имеют ежесекундный для ЭМГ характер изменения (хаотического). Это представляет эффект Еськова-Зинченко в аспекте изучения ЭМГ, но

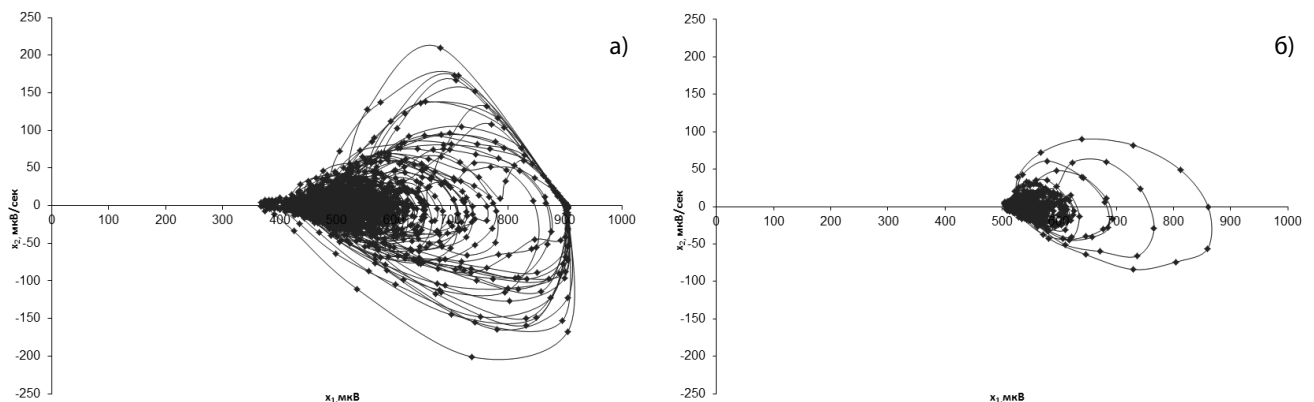


Рис. 1. Типичный пример фазового портрета параметров ЭМГ у испытуемой БДВ с координатами $x_1, x_2=dx_1/dt$:

а) конфигурация КА при слабом напряжении мышцы ($F_1=50\text{Н}$) $S_{КА}=22,1 \times 10^4$ у.е.;

б) изменения конфигурации КА при сильном напряжении мышцы ($F_2=200\text{Н}$) $S_{КА}=6,2 \times 10^4$ у.е.

сейчас этот эффект распространяется и на другие параметры гомеостаза [15–24].

Методы математического моделирования параметров ЭМГ испытуемых в виде КА в многомерном фазовом пространстве состояний (в сочетании с традиционными детерминистско-стохастическими методами) в виде парных сравнений выборок ЭМГ и построения матриц (15×15) обеспечивают получение объективной информации о функциональном состоянии и степени адекватности реакций организма на физическую нагрузку. Установленные различия в значениях КА параметров ЭМГ у испытуемых, демонстрируют уменьшение значения площадей КА. Одновременно изменяется и число k пар совпадений выборок ЭМГ при их повторных измерениях. Реакция на физическую нагрузку говорит о формировании состояния адекватной мобилизации испытуемого, что отсутствует в динамике поведения ЭМГ у испытуемых без физической подготовки.

ЛИТЕРАТУРА:

- Баженова А.Е., Повторейко В.В., Басова К.А., Картоположенко Р.О. Эффект Еськова-Зинченко в описании хаотической динамики параметров нервно-мышечной системы // Сложность. Разум. Постнеклассика. — 2017. — № 1. — С. 50–56.
- Баженова А.Е., Алиев Н.Ш., Курманов И.Г., Макаева С.В. Гипотеза Н.А. Бернштейна в организации движений // Сложность. Разум. Постнеклассика. — 2017. — № 3. — С. 5–11.
- Берестин Д.К., Живаева Н.В., Ермак О.А., Шейдер А.Д. Математические модели эволюции электромиограмм // Сложность. Разум. Постнеклассика. — 2017. — № 1. — С. 104–110.
- 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.
- Галкин В.А., Филатова О.Е., Журавлева О.А., Шелим Л.И. Новая наука и новое понимание гомеостатических систем // Сложность. Разум. Постнеклассика. — 2017. — № 1. — С. 75–86.
- Галкин В.А., Попов Ю.М., Берестин Д.К., Монастырская О.А. Статика и кинематика гомеостатических систем — complexity // Сложность. Разум. Постнеклассика. — 2017. — № 2. — С. 63–69.
- Еськов В.В. Эволюция систем третьего типа в фазовом пространстве состояний // Вестник кибернетики. — 2017. — № 3 (27). — С. 53–58.
- Еськов В.В. Хаотическая динамика систем третьего типа — complexity // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. — 2017. — № 3. — С. 22–27.
- Еськов В.М., Попов Ю.М., Якунин В.Е. Конец определенности в естествознании: хаос и самоорганизация complexity // Сложность. Разум. Постнеклассика. — 2017. — № 1. — С. 64–74.
- Еськов В.М., Хадарцев А.А., Филатова О.Е., Л.К. Ильяшенко Л.К. Биофизика живых систем в зеркале теории хаоса-самоорганизации // Вестник новых медицинских технологий. — 2017. — Т. 24. — № 4. — С. 20–26.
- Курманов И.Г., Баженова А.Е., Самсонов И.Н., Монастырская О.А. Оценка параметров электромиограмм в условиях нагрузки // Сложность. Разум. Постнеклассика. — 2017. — № 4. — С. 29–35.
- Прохоров С.А., Белощенко Д.В., Горбунов Д.В., Горбунова М.Н. Стохастическая оценка параметров электромиограмм в условиях гипотермии // Сложность. Разум. Постнеклассика. — 2017. — № 4. — С. 66–74.
- Филатова О.Е., Алиев Н.Ш., Глазова О.А., Хадарцева К.А. Философия науки на пути трансформации и нового понимания гомеостатических систем // Сложность. Разум. Постнеклассика. — 2017. — № 4. — С. 85–95.
- Eskov V.V., Gavrilenko T.V., Eskov V.M., Vochmina Yu.V. Static Instability Phenomenon in Type-Three Secretion Systems: Complexity // Technical Physics. — 2017. — Vol. 62. — No. 11. — Pp. 1611–1616.
- Eskov V.V., Filatova O.E., Gavrilenko T.V. and Gorbunov D.V. Chaotic Dynamics of Neuromuscular System Parameters and the Problems of the Evolution of Complexity // Biophysics. — 2017. — Vol. 62. — No. 6. — Pp. 961–966.
- 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. Bernstein // Biophysics. — 2017. — Vol. 62. — No. 1. — Pp. 143–150.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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. — Pp. 224–232.

23. 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.
24. Zilov V.G., Khadartsev A.A., Eskov V.V. and Eskov V.M. Experimental Study of Statistical Stability of Cardiointerval Samples // Bulletin of experimental biology and medicine. — 2017. — Vol. 164. — No. 2. — Pp. 115–117.

FEATURES OF THE REGULATION OF MOTOR FUNCTIONS IN WOMEN

L.A. DENISOVA, D.V. BELOSHCHENKO, YU.V. BASHKATOVA, D.V. GORBUNOV

Eskov-Zinchenko effect is being proved within the framework of new theory of chaos-self-organization (TCS), when consecutively received samples of the neuromuscular system (NMS) of a person (at homeostasis state) demonstrate continuous chaotic change in statistical distribution functions of the parameters of NMS. In this case, we cannot arbitrarily register same samples in a row (and statistical functions) of any parameter x_i which describes homeostasis. From the standpoint of TCS the possibility of calculating the parameters of the chaotic dynamics of electromyograms in test subjects — young women before and after static load has been demonstrated. Simultaneously area values of electromyograms' quasi-attractors has been recorded, which show significant differences of samples S and their fold changes with a strong muscle tension in test subjects.

Keywords: *electromyograms, static load, Eskov-Zinchenko effect, quasiattractor.*