

# ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОМИОГРАММ У ЖЕНЩИН ПРИ РАЗНОМ СТАТИЧЕСКОМ УСИЛИИ В РЕЖИМЕ ПОВТОРЕНИЯ

Д.В. БЕЛОЩЕНКО<sup>1</sup>, В.Е. ЯКУНИН<sup>2</sup>, Е.С. ПОТЕТЮРИНА<sup>1</sup>, Ю.Ю. КОРОЛЕВ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Сургутский государственный университет, Сургут

<sup>2</sup> Тольяттинский государственный университет, г. Тольятти

*Предлагается новый подход в оценке параметров электромиограмм (ЭМГ), который основан на многократном построении матриц парных сравнений регистрируемых выборок биопотенциалов мышцы (отводящей мизинца). При повторных экспериментах у испытуемых, находящихся в разных физиологических состояниях (при слабом напряжении мышцы ( $F_1=5$  даН) и при сильном напряжении мышцы ( $F_2=20$  даН)) выполнен анализ полученных временных рядов. Этот анализ электромиограмм показал, что получаемый сигнал всегда уникален для каждого интервала регистрации у испытуемых. Об этом свидетельствует результат регистрации 15-ти повторов электромиограмм у испытуемого (результат «совпадений» пар получается сходным: 19% ( $F_1=5$  даН) и 12% ( $F_2=20$  даН) от общего числа сравниваемых пар, которые относятся к общей генеральной совокупности). 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:** электромиограмма, хаос-самоорганизация, квазиаттрактор.

Изучение физиологических механизмов произвольных двигательных актов является актуальной проблемой физиологии и медицины на протяжении многих лет, так как их реализация связана одновременно и с осуществлением движений во внешней среде, и с поддержанием положения тела в пространстве. Это в свою очередь составляет фундаментальное свойство всей двигательной системы. Управление целенаправленными движениями тела во внешней среде всегда сопровождается включением механизмов, корректирующих внутренние и внешние параметры движения [3, 7, 10].

На сегодняшний день накоплен большой экспериментальный материал об изменении отдельных физиологических параметров в ходе мышечной деятельности. Приводятся сведения о морфологических и функциональных изменениях, отражающих процесс приспособления организма к различным физическим нагрузкам. В данной работе описаны изменения в нервно-мышечном аппарате (биопотенциалов мышцы (отводящей мизинца) при повторных экспериментах у испытуемых, находящихся в разных физиологических состояниях: при слабом напряжении мышцы ( $F1=5$  даН) и при сильном напряжении мышцы ( $F2=20$  даН). Особенность исследований — проверка гипотезы Н.А. Бернштейна о повторении без повторений [1, 5, 12].

**Объект и методы исследования.** Для исследования была привлечена группа испытуемых — молодые девушки в возрасте 23-х лет и проживающие на Севере РФ более 20-ти лет. Регистрация ЭМГ проводилась по стандартной методике: изначально испытуемая находилась в положении сидя с вытянутыми руками вдоль туловища в относительно комфортных условиях при полном отсутствии какой-либо нагрузки на мускулатуру. У испытуемой закреплялся электрод на коже к отводящей мышце мизинца кисти. Накожный биполярный электрод имел постоянное межэлектродное расстояние, а к самой кисти (где находится лучезапястный сустав) был прикреплен заземляющий электрод. Находясь в комфортном сидячем положении испытуемой необходимо было сжимать рабочую часть динамометра (ДК) мышечной силой ( $F1=5$  и  $F2=20$  деканьютон (даН)) кистью правой верхней конечности, вытянутой в горизонтальном положении. В течение 5 секунд по 15 раз записывались показания датчика. В каждой серии измерений показатели снимались при слабом напряжении мышцы ( $F1=5$  даН) и при сильном напряжении мышцы ( $F2=20$  даН) в сравнительном аспекте, многократно [2, 4, 6, 17].

Во всех случаях у испытуемой регистрировались электромиограммы с частотой дискретизации  $\mu=0.25$  мс. Записи электромиограмм мышцы обрабатывались программным комплексом для

формирования вектора  $x=(x_1, x_2)^T$ , где  $x_1=x(t)$  — абсолютное значение биопотенциалов мышцы (БПМ) на некотором интервале времени  $\Delta t$ , 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 КА динамики поведения  $x(t)$  и рассчитывались площади квазиаттракторов для всех многократных повторов испытуемой. Расчет площади  $S_{KA}$  (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 объемов ФПС — квазиаттракторов, динамику которых можно изучать в рамках ТХС [6, 8, 9].

Обработка полученных экспериментальных данных осуществлялась при помощи программного пакета «Statistica.1». Были составлены матрицы парных сравнений выборок параметров ЭМГ для всех 15 серий эксперимента при слабом напряжении мышцы ( $F1=5$  даН) и при сильном напряжении мышцы ( $F2=20$  даН). Устанавливалась закономерность изменения числа «совпадений» пар выборок  $k$ , получаемых параметров ЭМГ у группы испытуемых. Систематизация материала и пред-

ставленных результатов расчетов выполнялась с применением программного пакета электронных таблиц *Microsoft EXCEL* и в рамках новых методов теории хаоса-самоорганизации (ТХС) [11, 13, 18].

**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. Были составлены матрицы парных сравнений выборок ЭМГ, в которых представлены результаты сравнения значений ЭМГ для 15-ти серий повторов выборок ЭМГ по 15 выборок в каждой серии при 2-х силах сжатия динамометра ( $F1=5$  даН и  $F2=20$  даН). Таким образом для одного испытуемого было получено 15 выборок ЭМГ с более чем 20000 точек ЭМГ в каждой выборке из всех 15-ти выборок (всего значений 300000 ЭМГ). В качестве примера представлены результаты обработки данных значений ЭМГ испытуемой (БДВ) при слабом напряжении мышцы ( $F1=5$  даН) в виде матрицы ( $15 \times 15$ ) для одной (из всех 15-ти) серии (табл. 1). Очевидно, что число  $k$  пар «совпадений» выборок ЭМГ в табл. 1. невелико ( $k=20$ ), что доказывает статистическую неустойчивость электромиограмм [14, 15, 20].

Таблица 1

Уровни значимости (P) для попарных сравнений 15-ти выборок параметров ЭМГ испытуемой (БДВ) при слабом напряжении мышцы ( $F1=5$  даН) при повторных экспериментах ( $k=20$ ), с помощью непараметрического критерия Вилкоксона (*Wilcoxon Signed Ranks Test*)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		0.00	0.00	0.00	0.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.07	0.71
2	0.00		0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00		0.45	0.04	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.22
4	0.00	0.00	<b>0.45</b>		0.01	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.63	0.00	0.03
5	<b>0.41</b>	0.00	0.04	0.01		0.01	0.00	0.00	0.00	0.25	0.01	0.00	0.02	0.00	0.95
6	0.00	0.01	<b>0.11</b>	<b>0.22</b>	0.01		0.00	0.00	0.00	0.02	0.30	0.00	0.13	0.00	0.01
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.59	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.01	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01		0.00	0.00	0.00	0.07	0.01	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	<b>0.25</b>	0.02	0.00	0.00	0.00		0.55	0.00	0.00	0.01	0.63
11	0.00	<b>0.07</b>	0.04	0.04	0.01	<b>0.30</b>	0.00	0.00	0.00	<b>0.55</b>		0.00	0.16	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<b>0.10</b>	0.00	0.00	0.00		0.00	0.54	0.00
13	0.00	0.00	0.00	<b>0.63</b>	0.02	<b>0.13</b>	0.00	0.00	<b>0.07</b>	0.00	<b>0.16</b>	0.00		0.00	0.00
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<b>0.59</b>	0.00	0.01	0.01	0.00	<b>0.54</b>	0.00		0.16
15	<b>0.71</b>	0.00	<b>0.22</b>	0.03	<b>0.95</b>	0.01	0.00	0.00	0.00	<b>0.63</b>	0.00	0.00	0.00	<b>0.16</b>	

\* 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 повторений). 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  $k_1$  — 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 ( $k=20$ ) для испытуемой БДВ при слабом напряжении мышцы ( $F1=5$  даН). Подобные результаты были получены и при сравнении всех 15-ти серий выборок (по 15 в каждой) ЭМГ при сильном напряжении мышцы ( $F2=20$  даН) (табл.2). В этом случае уменьшилось число  $k=13$  ( $p>0,05$ ), однако на поддиагональных элементах  $k_1$  увеличилось (до 4-х). Общее число  $k$  снизилось до  $k_2=13$  и это показывает усиление доли хаоса в целом [10, 16, 19].

В целом из таблицы 2 следует, что число пар  $k$  выборок ЭМГ 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  $n=20000$  точек ЭМГ в каждой) получались подряд уменьшилось до  $k=13$ . Это малая величина из всех 105 независимых пар сравнения. Оказалось, что в первом случае (для  $F1=5$  даН) матрица  $15 \times 15$  (105 разных пар сравнений) показывает  $k1=20$ . При увеличении напряжения до

$F2=20$  даН наблюдается уменьшение числа совпадений пар выборок до  $k2=13$  (доля стохастичности незначительно уменьшается ( $k$  снижается)), причем у испытуемой БДВ уменьшение числа «совпадений» пар  $k$  при сильном напряжении мышцы ( $F2=20$  даН) наблюдается во всех 15-ти серий повторений эксперимента.

Для наглядной оценки хаотической динамики параметров квазиаттракторов ЭМГ были построены фазовые портреты. Характерный (типичный) пример фазового портрета испытуемой БДВ при слабом и сильном напряжении мышцы ( $F1=5$  даН и  $F2=20$  даН соответственно) представлен на рис. 1, где наблюдается резкое снижение площади КА при  $F2=20$  даН. Это может являться важной характеристикой адаптационных закономерностей поведения хаотической динамики ЭМГ именно у лиц с хорошей физической подготовкой и может характеризовать степень физической подготовленности и отличие спортсмена от человека без физической подготовки (при этом речь идет о женском населении Югры).

Таким образом, при сильном напряжении мышцы ( $F2=20$  даН) существенно изменяются значения параметров ЭМГ. Об этом свидетельствуют как изменения значения площадей квазиаттракторов, 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 электроми-

Таблица 2

Уровни значимости (P) для попарных сравнений 15-ти выборок параметров ЭМГ испытуемой (БДВ) при сильном напряжении мышцы ( $F2=20$  даН) при повторных экспериментах ( $k=13$ ), с помощью непараметрического критерия Вилкоксона (*Wilcoxon Signed Ranks Test*)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.58	0.14	0.56	0.00	0.00	0.00
2	0.00		0.43	0.00	0.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	<b>0.43</b>		0.00	0.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00		0.00	0.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21	0.00	0.00	0.00
5	0.00	<b>0.62</b>	<b>0.96</b>	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01
6	0.00	0.00	0.00	<b>0.49</b>	0.00		0.00	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	0.00		0.29	0.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<b>0.29</b>		0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<b>0.66</b>	<b>0.15</b>		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	<b>0.58</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.20	0.00	0.00	0.00	0.00
11	<b>0.14</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<b>0.20</b>		0.02	0.00	0.00	0.00
12	<b>0.56</b>	0.00	0.00	<b>0.21</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02		0.00	0.00	0.00
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.08
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	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<b>0.08</b>	0.00	

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

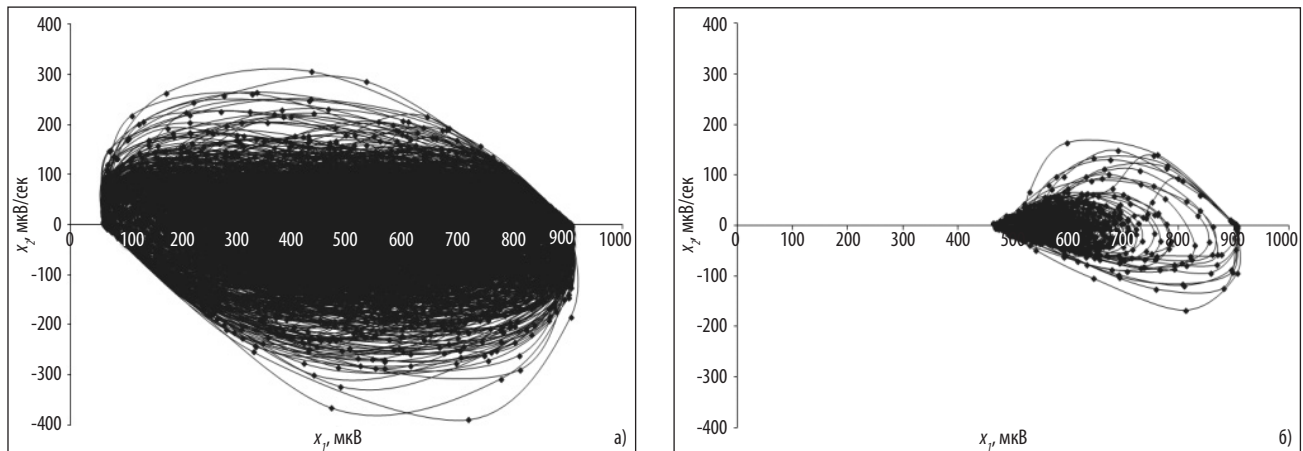


Рис. 1. Типичный пример фазового портрета параметров электромиограмм у испытуемой БДВ с координатами  $x_1, x_2 = dx_i/dt$ .

а) конфигурация квазиаттрактора при слабом напряжении мышцы ( $F1=5$  даН)  $S_{\text{кв}}=59,1 \times 10^4$  у.е.;

б) изменения конфигурации квазиаттрактора при сильном напряжении мышцы ( $F2=20$  даН)  $SKA=14,6 \times 10^4$  у.е.

ограмм 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

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 стохастичности. Функции распределения у испытуемой непрерывно изменяются при повторных экспериментах, а значит, любые статистические результаты имеют ежесекундный (для электромиограмм) характер изменения (хаотического) [1, 2, 4, 9, 10].

Расчет матриц парных сравнений 15-ти выборок для одного человека показал, что из 105 пар независимых выборок (для каждого испытуемого можно получить  $15^2=225$  пар сравнения выборок ЭМГ, из которых диагональные 15 пар исключались, а сама матрица получалась симметричной ( $225-15=210$ ) и поэтому независимых пар было  $210/2=105$  пар можно получить не более 12–19% пар совпадений выборок. Остальные 87–81% сравнения демонстрируют отсутствие возможности их отнесения к одной генеральной совокупности. В этом случае критерий Вилкоксона был значительно меньше  $p<0,05$ .

Методы математического моделирования параметров ЭМГ тренированной испытуемой в виде квазиаттракторов в многомерном фазовом пространстве состояний (в сочетании с традици-

онными детерминистско-стохастическими методами) в виде парных сравнений выборок ЭМГ и построения матриц ( $15 \times 15$ ) обеспечивают получение объективной информации о функциональном состоянии и степени адекватности реакций организма на физическую нагрузку. Установленные различия в значениях квазиаттракторов параметров ЭМГ у тренированной испытуемой, демонстрируют уменьшение значения площадей квазиаттракторов. 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

1. 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.
2. 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.
3. Вохмина Ю.В., Еськов В.В., Горбунов Д.В., Шадрин Г.А. Хаотическая динамика параметров электроэнцефалограмм // Вестник новых медицинских технологий. 2015. Т. 22. № 2. С. 38–43.
4. Гавриленко Т.В., Горбунов Д.В., Эльман К.А., Григоренко В.В. Возможности стохастичности и теории хаоса в обработке миограмм // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2015. № 1. С. 48–53.
5. Горбунов Д.В., Еськов В.В., Гараева Г.Р., Вохмина Ю.В. Теорема Гленсдорфа-Пригожина в описании

- гомеостатических систем // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2016. № 2. С. 50–57.
6. Еськов В.В., Горбунов Д.В., Григоренко В.В., Шадрин Г.А. Анализ миограмм с позиций стохастичности и теории хаоса-самоорганизации // Вестник новых медицинских технологий. 2015. Т. 22. № 2. С. 32–38.
  7. Еськов В.В., Филатов М.А., Вохмина Ю.В., Стрельцова Т.В. Динамика гомеостаза сложных биосистем // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2016. № 2. С. 11–18.
  8. Еськов В.М., Хадарцев А.А., Филатова О.Е., Хадарцева К.А., Литовченко О.Г. Проблема оценки эффективности лечения на основе кинематической характеристики вектора состояния организма // Вестник новых медицинских технологий. 2015. Т. 22. № 1. С. 143–152.
  9. Еськов В.М., Полухин В.В., Филатова Д.Ю., Эльман К.А., Глазова О.А. Гомеостатические системы не могут описываться стохастическим или детерминированным хаосом // Вестник новых медицинских технологий. — 2015. — Т. 22, № 4. — С. 28–33.
  10. 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.
  11. 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.
  12. 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.
  13. Еськов В.М., Вохмина Ю.В., Шерстюк Е.С. Групповая и индивидуальная динамика биопотенциалов мышц // Вестник новых медицинских технологий. 2016. Т. 23. № 2. С. 26–33.
  14. 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.
  15. Зилос В.Г., Еськов В.М., Хадарцев А.А., Еськов В.В. Экспериментальное подтверждение эффекта «Повторение без повторения» Н.А. Бернштейна // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. 2017. № 1. С. 4–9.
  16. Зинченко Ю.П., Хадарцев А.А., Филатова О.Е. Введение в биофизику гомеостатических систем (complexity) // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2016. № 3. С. 6–15.
  17. Зинченко Ю.П., Филатова О.Е., Еськов В.В., Стрельцова Т.В. Объективная оценка сознательного и бессознательного в организации движений // Вестник новых медицинских технологий. 2016. Т. 23. № 3. С. 31–38.
  18. Зинченко Ю.П., Еськов В.М., Еськов В.В. Понятие эволюции Гленсдорфа-Пригожина и проблема гомеостатического регулирования в психофизиологии // Вестник Московского университета. Серия 14: Психология. 2016. № 1. С. 3–24.
  19. 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.
  20. 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. Т. 71. № 2. С. 143–154.

## ASSESSMENT OF ELECTROMYOGRAMS PARAMETERS IN WOMEN WITH DIFFERENT STATIC PHYSICAL LOADS DURING REPETITIONS

D.V. BELOSHCHENKO, V.E. YAKUNIN, E.S. POTETYURINA, YU.YU. KOROLEV

*We propose a new approach in estimating parameters of electromyograms, which is based on the repeated construction of matrices of pairwise comparisons of recorded samples of biopotentials of muscles (abductor of the little finger). In repeated experiments the subjects in different physiological conditions (with weak muscle tension ( $F_1=5$  daN) and severe muscle tension ( $F_2=20$  daN) the analysis of the obtained time series has been made. The analysis of electromyograms showed that the received signal is always unique for each logging interval in subjects. This is evidenced by the result of the registration of 15 repetitions of electromyograms in the test subjects ("coincided" pairs are obtained: 19% ( $F_1=5$  daN) and 12% ( $F_2=20$  daN) of the total number of compare pairs that belong to general population). 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:** *electromyogram, chaos and self-organization, quasiattractor.*