

## ОЦЕНКА ХАОТИЧЕСКОЙ ДИНАМИКИ ПАРАМЕТРОВ ТРЕМОРА ЮНОШЕЙ БАСКЕТБОЛИСТОВ В УСЛОВИЯХ СТАТИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ

Д.В. БЕЛОШЧЕНКО, К.П. ЩИПИЦИН, Я.Н. НУВАЛЬЦЕВА, О.И. ПОРОСИНИН

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

**Аннотация.** Исследования деятельности нервно-мышечной системы человека продолжают оставаться актуальными для многих научных направлений, включая нормальную и патологическую физиологию, физическую культуру и спорт, биомеханику и т.д. Применение различного рода нагрузок в исследованиях позволяет выявлять диапазон физиологических возможностей организма человека, его адаптационные механизмы и их регулирование. В связи с этим нами ставилась **цель исследования:** установить особенности динамики поведения параметров тремора юношей (в возрасте от 18 до 20 лет) пяти команд студентов-баскетболистов в условиях влияния статической нагрузки. Фиксация непроизвольных микродвижений пальцев правой руки – тремор – осуществлялась с помощью прибора «Тремограф». Сигналы смещения конечности  $x_1=x_1(t)$  и их обработка (получение производной от  $x_1$ , т.е.  $x_2=v(t)=dx_1/dt$  – координата скорости перемещения пальца) осуществлялись с помощью программных продуктов на базе электронно-вычислительной машины с использованием быстрого преобразования Фурье и Wavelett анализа (Моррета). Полученные в ходе исследования данные были обработаны **методами** классической статистики «Statistica 10» с использованием критериев Shapiro-Wilk's  $W$  test для  $n < 50$  и Wilcoxon matched pair test. Были составлены матрицы парных сравнений выборок параметров треморограмм (ТМГ) для 15-ти серий повторов выборок ТМГ по 15 выборок в каждой серии эксперимента. Устанавливалась закономерность изменения числа «совпадений» пар  $k$  выборок, получаемых параметров ТМГ у каждого испытуемого. В **результате исследования** при расчете матриц парных сравнений выборок ТМГ у тренированных испытуемых мы получили не более 4% пар  $k$  совпадений выборок в спокойном состоянии и около 7% в условиях статической нагрузки, однако у лиц без физической подготовки мы наблюдали другую динамику: количество пар  $k$  совпадений выборок ТМГ всегда было гораздо больше, как в спокойном состоянии, так и в условиях статической нагрузки. **Выводы.** В ходе исследования было установлено, что параметры тремора ( $x_1(t)$ ,  $x_2(t)=dx_1/dt$ , и  $x_3(t)=dx_2/dt$ ), демонстрируют неповторимую динамику, которую невозможно изучать в рамках традиционной науки, т.е. детерминизма или стохастики. Из 105 пар независимых выборок ТМГ 96-93% пар  $k$  сравнения этих выборок демонстрируют отсутствие возможности их отнесения к одной генеральной совокупности. Разработанный метод персональной оценки параметров тремора у тренированных и нетренированных испытуемых может быть использован в физиологии труда, физической культуре и спорте, реабилитации, в персонализированной медицине для оценки степени различий в состоянии любой динамической системы в норме, а также при патологии.

**Ключевые слова:** тремор, статическая нагрузка, хаос-самоорганизация, критерий Вилкоксона.

## ASSESSMENT OF THE CHAOTIC DYNAMICS OF THE TREMOR PARAMETERS IN YOUNG BASKETBALL PLAYERS UNDER STATIC LOAD CONDITIONS

D.V. BELOSHCHENKO, K.P. SHCHIPITSIN, YA.N. NUVALTSEVA, O.I. POROSININ

Surgut State University, Lenin Ave., 1, Surgut, Russia, 628400, e-mail: d.beloshhenko@mail.ru

**Abstract.** Research into the activity of the human neuromuscular system continues to remain relevant for many scientific areas, including normal and pathological physiology, physical culture and sports, biomechanics, etc. The use of various kinds of loads in research reveals the range of physiological capabilities of the human body, its adaptive mechanisms and their regulation. **The research purpose** was to establish the peculiarities of the dynamics of the behavior of the parameters of tremor in young men (aged 18 to 20) of five teams of basketball students under the influence of a static load. Recording of involuntary micromovements of the fingers of the right hand - tremor - was carried out using the "Tremograph" device. Limb displacement signals  $x_1=x_1(t)$  and their processing (obtaining a derivative of  $x_1$ , i.e.,  $x_2=v(t)=dx_1/dt$  is the coordinate of the finger movement speed) were carried out using software products based on an electronic computer with using fast Fourier transform and Wavelett analysis (Morrett). The data obtained in the course of the study were processed by **the methods** of classical statistics «Statistica 10» using the Shapiro-Wilk's  $W$  test for  $n < 50$  and Wilcoxon matched pair test. Matrices of paired comparisons of samples of tremorogram parameters (TMG) were compiled for 15 series of repetitions of TMG samples, 15 samples in each series of the experiment. The regularity of the change in the number of

"coincidences" of pairs of  $k$  samples, obtained by the TMG parameters for each subject was established. **As a result of the study**, when calculating matrices of paired comparisons of TMG samples in trained subjects, we received no more than 4% of pairs of  $k$  matches of samples in a calm state and about 7% in conditions of static load, however, in persons without physical training, we observed some different dynamics: the number of pairs  $k$  matches there have always been much more TMG samples, both in a calm state and under static load conditions. **Conclusions.** During the study, it was found that the tremor parameters ( $x_1(t)$ ,  $x_2(t)=dx_1/dt$ , and  $x_3(t)=dx_2/dt$ ) demonstrate a unique dynamic that cannot be studied within the framework of traditional science, i.e. determinism or stochastics. Of the 105 pairs of independent TMG samples, 96-93% of pairs  $k$  of comparison of these samples demonstrate the impossibility of assigning them to one general population. The developed method of personal assessment of tremor parameters in trained and untrained subjects can be used in labor physiology, physical culture and sports, rehabilitation, in personalized medicine to assess the degree of differences in the state of any dynamic system in normal conditions, as well as in pathology.

**Keywords:** tremor, static load, chaos-self-organization, Wilcoxon test.

**Введение.** Исследования деятельности *нервно-мышечной системы* (НМС) человека продолжают оставаться актуальными для многих научных направлений, включая нормальную и патологическую физиологию, биомеханику, биофизику, физиологию труда, физической культуры и спорта, реабилитации и т.д. Применение различного рода нагрузок в исследованиях позволяет выявлять диапазон физиологических возможностей организма человека, его адаптационные механизмы и их регулирование. Характер изменений, связанных с малоподвижным образом жизни, изучение корреляционных взаимоотношений функциональных систем организма в спокойном состоянии и при выполнении физических упражнений у тренированных и нетренированных испытуемых представляют несомненный интерес. Такая информация может обеспечить прогноз физиологических изменений в организме человека уже во взрослом состоянии, оценить качество жизни у тренирующегося человека.

Проведение исследований, основанных на изучении состояния НМС под влиянием различного рода физических нагрузок, а также в зависимости от степени физической тренированности организма юношей, несомненно, является актуальным и должно внести свой вклад в развитие биомеханики спорта, физиологии спорта и биофизики сложных систем.

В соответствии с вышеизложенным, **целью настоящей работы** является установить особенности динамики поведения параметров тремора юношей баскетболистов в условиях влияния статической нагрузки.

**Объекты и методы исследования.** Для исследования была привлечена группа юношей (в возрасте от 18 до 20 лет) пяти команд в количестве 15 студентов-баскетболистов  $3 \times 3$ , которые имели среднюю квалификацию и первый разряд по баскетболу. У испытуемых регистрировались параметры тремора с помощью биофизического измерительного комплекса, разработанного в лаборатории биокибернетики и биофизики сложных систем при СурГУ.

Установка включает: металлическую пластинку, которая крепится к указательному пальцу испытуемого, токовихревой датчик, усилитель, аналого-цифровой преобразователь и компьютер с оригинальным программным обеспечением. Регистрация сигналов смещения конечности  $x_1=x_1(t)$  и их обработка (получение производной от  $x_1$ , т.е.  $x_2=v(t)=dx_1/dt$ ) осуществлялась с помощью программных продуктов на базе электронно-вычислительной машине с использованием *быстрого преобразования Фурье* и *Wavelett* анализа (Моррета) для представления непериодических сигналов в виде непрерывной функции  $x=x(t)$  [9-12].

Показатели тремора регистрировались без нагрузки (сидя в комфортном положении испытуемым закреплялась металлическая пластинка размером  $5 \times 5$  см на указательный палец кисти верхней правой конечности, после чего было необходимо удерживать палец в статическом положении над токовихревым датчиком на расстоянии 1-2 мм.) и в условиях статических нагрузок, которые представляли собой удержание груза в 300 г, подвешенного на указательном пальце кисти в течение 5 секунд. Испытуемые проходили эксперимент 15 раз без нагрузки и столько же в условиях статических нагрузок. Перед испытуемыми стояла задача удержать палец в пределах заданной области, осознанно контролируя его неподвижность.

Статистическая обработка данных осуществлялась при помощи программного пакета «*Statistica 10*». Проверка данных на соответствие закону нормального распределения оценивалась на основе вычисления критерия Шапиро – Уилка (для  $n < 50$ ), дальнейшие исследования производились методами непараметрической статистики (критерий Вилкоксона). Были составлены матрицы парных сравнений выборок параметров *треморграмм* (ТМГ) для 15-ти серий повторов выборок ТМГ по 15 выборок в каждой серии эксперимента. Устанавливалась закономерность изменения числа «совпадений» пар  $k$  выборок, получаемых параметров ТМГ у каждого испытуемого. Систематизация материала и представленных результатов расчетов выполнялась с применением программного пакета электронных таблиц *Microsoft EXCEL*.

**Результаты исследования.** Изначально был выполнен статистический анализ динамики параметров ТМГ (для 15-ти серий повторов выборок ТМГ по 15 выборок в каждой серии эксперимента в координатах  $x_i=x_i(t)$  – положение пальца по отношению к датчику) у группы испытуемых. С помощью анали-

затора сигналов в каждой выборке ТМГ (5 сек. регистрации) были получены 500 значений координат  $x_i=x_i(t)$  – положение пальца по отношению к датчику для всех 15-ти серий эксперимента. Таким образом для одного испытуемого было получено 15 выборок ТМГ с более чем 500 точек ТМГ в каждой выборке из всех 15-ти выборок (всего значений 112500 ТМГ) [1-3, 9]. Далее производился их анализ с помощью различных методов.

Для проверки эффекта Еськова-Зинченко были рассчитаны матрицы парных сравнений выборок для всех 15-ти серий повторов выборок ТМГ по 15 выборок в каждой серии эксперимента (всего 225 пар сравнения, из которых независимых 105). Результаты попарного сравнения средних значений рангов (достигнутых уровней значимости) параметров координат  $x_i=x_i(t)$  ТМГ у испытуемого С.Е.Р. с помощью непараметрический критерий Вилкоксона (т.к. данные параметров ТМГ распределены ненормально ( $P=0,001$ )) представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Матрица парных сравнений 15-ти выборок параметров ТМГ (координат  $x_i=x_i(t)$ ) тренированного испытуемого С.Е.Р. до нагрузки при повторных экспериментах ( $N=15$ ) с помощью непараметрического критерия Вилкоксона (*Wilcoxon Signed Ranks Test*), число совпадений  $k=2$**

|    |      |      |      |      |      |             |      |             |      |             |      |      |      |      |             |
|----|------|------|------|------|------|-------------|------|-------------|------|-------------|------|------|------|------|-------------|
|    | 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 | 0,00        | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00        |
| 2  | 0,00 |      | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00        | 0,00 | 0,00        | 0,00 | 0,00        | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00        |
| 3  | 0,00 | 0,00 |      | 0,00 | 0,00 | 0,00        | 0,00 | 0,00        | 0,00 | 0,00        | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00        |
| 4  | 0,00 | 0,01 | 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  | 0,00 | 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        |
| 6  | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |             | 0,00 | 0,00        | 0,00 | <b>0,39</b> | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00        |
| 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 | 0,00 | 0,00        |
| 8  | 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 | <b>0,55</b> |
| 9  | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00        | 0,00 | 0,00        |      | 0,00        | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00        |
| 10 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | <b>0,39</b> | 0,00 | 0,00        | 0,00 |             | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00        |
| 11 | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 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 | 0,00        | 0,00 | 0,00        | 0,00 |      | 0,00 | 0,00 | 0,00        |
| 13 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00        | 0,00 | 0,00        | 0,01 | 0,00        | 0,00 | 0,00 |      | 0,02 | 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 | 0,02 |      | 0,00        |
| 15 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00        | 0,00 | <b>0,55</b> | 0,00 | 0,00        | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |             |

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

В этой табл. 1 можно видеть, что число  $k$  пар сравнения ТМГ (такие две выборки можно отнести к одной генеральной совокупности) невелико ( $k=2$ ). Это означает, что каждая вновь полученная выборка ТМГ для одного (конкретного) испытуемого не может быть похожа (статистически) на предыдущую выборку ТМГ. Все выборки непрерывно и хаотически изменяются, изменяются и их статистические функции  $f(x_i)$ . Однако встречается такое значение  $k=2$  ( $Z$ -число одинаковых  $k$  во всех 15-ти матрицах) из всех 15 серий повторов эксперимента 4-5 раз (рис. 1-2).

Подобные результаты были получены и при сравнении всех 15-ти серий выборок (по 15 в каждой) ТМГ у тренированного испытуемого (С.Е.Р.) после статических нагрузок. В этом случае число возможных совпадений пар (их отнесения к одной генеральной совокупности) возросло. Если максимум «совпадений» для 15-ти измерений (до нагрузки) мы имели  $k=4$  (рис. 1) и  $k_{cp}=1,86$ , то после статической нагрузки  $k=7$  (рис. 2) и  $k_{cp}=3,27$ . Обратим внимание, что увеличение числа «совпадений» пар  $k$  выборок ТМГ после статической нагрузки наблюдается у всех тренированных испытуемых. Это может являться важной характеристикой адаптационных закономерностей поведения хаотической динамики ТМГ именно 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 мужском населении Югорского Севера РФ) [11-13]. Все это доказывает реальность эффекта Еськова-Зинченко в треморографии. Одновременно, это расширяет область примеров неустойчивости выборок  $x_i$  параметров гомеостаза организма человека, находящегося в различных физических состояниях.

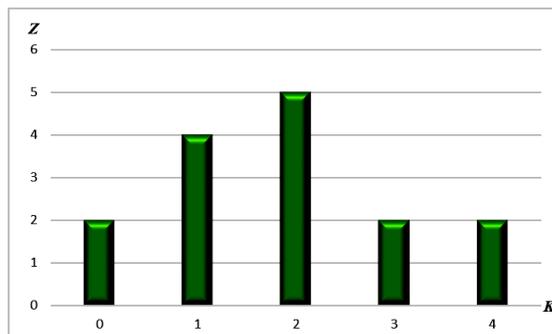


Рис. 1. Гистограмма распределения  $Z$  общего числа пар совпадений выборок  $k$  для каждого числа  $k$  из 15-ти серий измерений параметров координат  $x_i=x_i(t)$  ТМГ у тренированного испытуемого С.Е.Р. до нагрузки (по 15 выборок ТМГ в каждой из 15-ти серий), где  $Z$ -число одинаковых  $k$  в матрицах

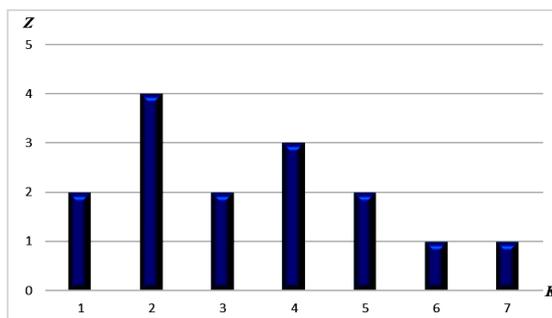


Рис. 2. Гистограмма распределения  $Z$  общего числа пар совпадений выборок  $k$  для каждого числа  $k$  из 15-ти серий измерений параметров координат  $x_i=x_i(t)$  ТМГ у тренированного испытуемого С.Е.Р. в условиях статических нагрузок (по 15 выборок ТМГ в каждой из 15-ти серий), где  $Z$ -число одинаковых  $k$  в матрицах

Общая тенденция изменения значений  $k$  и  $Z$  (общего числа пар совпадений выборок  $k$  для каждого числа  $k$ ) из 15-ти серий измерений параметров координат  $x_i=x_i(t)$  ТМГ у испытуемого С.Е.Р. до и после статических нагрузок (по 15 выборок ТМГ в каждой из 15-ти серий) представлены на рис. 1 и 2. Здесь  $k$  – это число пар выборок, которые (пары) можно отнести к одной генеральной совокупности, при условии регистрирования подряд. Отсюда следует, что число  $k$  пар выборок ТМГ, невелико. Иными словами, 15 измерений (по 5 секунд) ТМГ показывает невозможность совпадения  $f(x)$  при попарном сравнении (105 пар) двух ближайших ТМГ. Функции  $f(x)$  до и после статических нагрузок могут демонстрировать совпадения (для пар ТМГ) не более 0-6% от общего числа [4-9].

**Заключение.** Тремор является характерным примером хаотической динамики поведения параметров нервно-мышечной системы человека, как сложной биосистемы *complexity*. Параметры тремора ( $x_1(t)$ ,  $x_2(t)=dx_1/dt$ , и  $x_3(t)=dx_2/dt$ ), демонстрируют неповторимую динамику, которую невозможно изучать в рамках традиционной науки, т.е. детерминизма или стохастики. Мы предлагаем новую процедуру оценки влияния статической нагрузки на параметры пострального тремора (расчет матриц парных сравнений выборок ТМГ) путем расчета числа «совпадений» двух любых пар из одного числа измерений  $N$  [9-13]. Разработанный метод персональной оценки параметров тремора у тренированных и нетренированных испытуемых может быть использован в физиологии труда, физической культуре и спорте, реабилитации, в персонализированной медицине для оценки степени различий в состоянии любой динамической системы в норме и при патологии.

#### Литература

1. Еськов В.М., Пятин В.Ф., Еськов В.В., Иляшенко Л.К. Эвристическая работа мозга и искусственные нейронные сети // Биофизика. 2019. Т. 64, № 2. С. 388–395.
2. Зиллов В.Г., Еськов В.В., Фудин Н.А. Экспериментальное обоснование иерархической организации хаоса в нервно-мышечной физиологии // Вестник новых медицинских технологий. 2019. Т. 26, №1. С. 133–136.
3. Пятин В.Ф., Еськов В.В., Филатова О.Е., Башкатова Ю.В. Новые представления о гомеостазе и эволюции гомеостаза // Архив клинической и экспериментальной медицины. 2019. Т. 28, № 1. С. 21–27.
4. Betelin V.B., Eskov V.M., Galkin V.A., Gavrilenko T.V. Stochastic Volatility in the Dynamics of Complex Homeostatic Systems // Doklady Mathematics. 2017. Vol. 95, №1. P. 92–94.

5. Eskov V.V., Filatova O.E., Gavrilenko T.V., Gorbunov D.V. Chaotic Dynamics of Neuromuscular System Parameters and the Problems of the Evolution of Complexity // *Biophysics*. 2017. Vol. 62, №6. P. 961–966.
6. 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, №11. P. 1611–1616.
7. 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. №8. P. 15–20.
8. 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, №3. P. 224–232.
9. Filatova O.E., Bazhenova A.E., Grigorieva S.V., Ilyashenko L.K. Estimation of the Parameters for Tremograms According to the Eskov–Zinchenko Effect // *Biophysics*. 2018. Vol. 63, №2. P. 262–267.
10. Ilyashenko L.K., Bazhenova A.E., Berestin D.K., Grigorieva S.V. Chaotic dynamics parameters of the tremograms at the stress exposure // *Russian Journal of Biomechanics*. 2018. Vol. 22, №1. P. 62–71.
11. 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. P. 57–65.
12. 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. 163, №1. P. 4–8.
13. Zilov V.G., Khadartsev A.A., Ilyashenko L.K., Eskov V.V., Minenko I.A. Experimental analysis of the chaotic dynamics of muscle biopotentials under various static loads // *Bulletin of experimental biology and medicine*. 2018. Vol. 165, №4. P. 415–418.

### References

1. Es'kov VM, Pjatin VF, Es'kov VV, Ilyashenko LK. Jevristicheseskaja rabota mozga i iskusstvennyje neyronnye seti [Heuristic brain work and artificial neural networks]. *Biofizika*. 2019;64(2):388-95. Russian.
2. Zilov VG, Es'kov VV, Fudin NA. Jeksperimental'noe obosnovanie ierarhicheskoj organizacii haosa v nervno-myshechnoj fiziologii [Experimental substantiation of the hierarchical organization of chaos in neuromuscular physiology]. *Vestnik novyh medicinskih tehnologij*. 2019;26(1):133-6. Russian.
3. Pjatin VF, Es'kov VV, Filatova OE, Bashkatova JuV. Novye predstavlenija o gomeostaze i jevoljucii gomeostaza [New ideas about homeostasis and the evolution of homeostasis]. *Arhiv klinicheskoj i jeksperimental'noj mediciny*. 2019;28(1):21-7. Russian.
4. Betelin VB, Eskov VM, Galkin VA, Gavrilenko TV. Stochastic Volatility in the Dynamics of Complex Homeostatic Systems. *Doklady Mathematics*. 2017;95(1):92-4.
5. Eskov VV, Filatova OE, Gavrilenko TV, Gorbunov D.V. Chaotic Dynamics of Neuromuscular System Parameters and the Problems of the Evolution of Complexity. *Biophysics*. 2017;62(6):961-6.
6. Eskov VV, Gavrilenko TV, Eskov VM, Vochmina YuV. Static Instability Phenomenon in Type-Three Secretion Systems: Complexity. *Technical Physics*. 2017;62(11):1611-6.
7. Filatova DU, Veraksa AN, Berestin DK, Streltsova TV. Stochastic and chaotic assessment of human's neuromuscular system in conditions of cold exposure. *Human Ecology*. 2017;8:15-20.
8. Filatova OE, Eskov VV, Filatov MA, Ilyashenko LK. Statistical instability phenomenon and evaluation of voluntary and involuntary movements. *Russian Journal of Biomechanics*. 2017;21(3):224-32.
9. Filatova OE, Bazhenova AE, Grigorieva SV, Ilyashenko LK. Estimation of the Parameters for Tremograms According to the Eskov–Zinchenko Effect. *Biophysics*. 2018;63(2):262-7.
10. Ilyashenko LK, Bazhenova AE, Berestin DK, Grigorieva SV. Chaotic dynamics parameters of the tremograms at the stress exposure. *Russian Journal of Biomechanics*. 2018;22(1):62-71.
11. Khadartsev AA, Nesmeyanov AA, Eskov VM, Filatov MA, Pab W. Fundamentals of chaos and self-organization theory in sports. *Integrative medicine international*. 2017;4:57-65.
12. Zilov VG, Eskov VM, Khadartsev AA, Eskov VV. Experimental confirmation of the effect of "Repetition without repetition" N.A. Bernstein. *Bulletin of experimental biology and medicine*. 2017;163(1):4-8.
13. Zilov VG, Khadartsev AA, Ilyashenko LK, Eskov VV, Minenko IA. Experimental analysis of the chaotic dynamics of muscle biopotentials under various static loads. *Bulletin of experimental biology and medicine*. 2018;165(4):415-8.

### Библиографическая ссылка:

Белощенко Д.В., Шипицын К.П., Нувальцева Я.Н., Поросинин О.И. Оценка хаотической динамики параметров тремора юношей баскетболистов в условиях статической нагрузки // *Вестник новых медицинских технологий. Электронное периодическое издание*. 2021. №1. Публикация 3-9. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2021-1/3-9.pdf> (дата обращения: 15.02.2021). DOI: 10.24412/2075-4094-2021-1-3-9\*

### Bibliographic reference:

Beloshchenko DV, Shchipitsin KP, Nuvaltseva YN, Porosinin OI. Ocenka haoticheskoj dinamiki parametrov tremora junoshej basketbolistov v uslovijah staticheskoj nagruzki [Assessment of the chaotic dynamics of the tremor parameters in young basketball players under static load conditions]. *Journal of New Medical Technologies, e-edition*. 2021 [cited 2021 Feb 15];1 [about 5 p.]. Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2021-1/3-9.pdf>. DOI: 10.24412/2075-4094-2021-1-3-9

\* номера страниц смотреть после выхода полной версии журнала: URL: <http://medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2021-1/e2021-1.pdf>