

**ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ НА ПАРАМЕТРЫ КАРДИОИНТЕРВАЛОВ
У ТРЕНИРОВАННОГО ИСПЫТУЕМОГО**

И.В. МИРОШНИЧЕНКО*, Д.В. БЕЛОШЧЕНКО**, М.В. ТРУСОВ**, О.М. ВОРОШИЛОВА**

*ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»,
ул. Советская, 6.2, г. Оренбург, Оренбургская область, 460000, Россия
**БУ ВО «Сургутский государственный университет ХМАО – Югры»,
пр. Ленина, 1, г. Сургут, 628403, Россия, e-mail: d.beloshhenko@mail.ru

Аннотация. С позиции теории хаоса-самоорганизации изучены многократные повторы параметров кардиоинтервалов у тренированных испытуемых до и после физической нагрузки. Для всех полученных выборок кардиоинтервалов был выполнен сравнительный статистический анализ, рассчитаны площади и объемы квазиаттракторов, а также построены матрицы попарного сравнения и фазовые портреты. Установлено, что любая дозированная физическая нагрузка ведет к перестройке в механизме регуляции кардиоинтервалов в направлении усиления хаоса. Об этом свидетельствует как анализ регистрации 15-ти повторов кардиоинтервалов у испытуемого (результат «совпадений» пар получается сходным: 11,4% (до нагрузки) и 8,5% (после нагрузки) от общего числа сравниваемых пар, которые относятся к общей генеральной совокупности, так и изменения значения объемов и площадей квазиаттракторов, которые показывают статистически достоверные различия выборок и их кратное уменьшение после физической нагрузки у тренированных испытуемых. Для лиц нетренированных наблюдается обратная картина.

Ключевые слова: кардиоинтервалы, физическая нагрузка, фазовое пространство, квазиаттрактор.

**THE INFLUENCE OF PHYSICAL ACTIVITY ON THE PARAMETERS OF CARDIOINTERVALS
IN PHYSICALLY FIT SUBJECT**

I.V. MIROSHNICHENKO*, D.V. BELOSHCHENKO**, M.V. TRUSOV**, O.M. VOROSHILOVA**

*Orenbursky State University, Str. Sovetskaya 6.2, Orenburg, 460000, Russia
**Surgut State University, Lenina str., 1, Surgut, 628403, Russia, e-mail: d.beloshhenko@mail.ru

Abstract. From the standpoint of chaos and self-organization theory a multiple repetitions of cardiointervals parameters in physically fit subjects before and after exercise have been studied. A comparative statistical analysis was performed for all obtained samples of cardiointervals. Areas and volumes of quasi-attractors have been calculated as well as matrix of pairwise comparisons and phase portraits have been constructed. It's been determined that any dosed physical load leads to restructuring in mechanism of regulation of cardiointervals towards chaos. This is evidenced by both the analysis and registration of 15 repetitions of cardiointervals of test subjects: the number of pairs of "coincidences" reached the same: 11,4% (before loads) and 8,5% (after loads) of the total number of comparison pairs respect to complete population, and changes in the value of volumes and areas of the quasi-attractor, which show statistically significant differences of samples and their fold reduction after physical loads in physically fit subjects. And for non- physically fit test subjects reverse tendency is observed.

Key words: cardiointervals, exercise, phase space, quasi-attractor.

Введение. Изучение функционального состояния организма человека, а также степени физической подготовленности представляет особый интерес в рамках теории хаоса и самоорганизации, что позволяет прогнозировать их возможные изменения и получать важную информацию о текущей динамике исследуемых функций. Любая значительная физическая нагрузка вызывает у человека реакцию, которая существенно зависит от уровня физической подготовленности [1, 4]. Исследования показывают, что именно при выполнении физической нагрузки мы получаем более полную характеристику функционального состояния вегетативной нервной системы и *сердечно-сосудистой системы* (ССС) человека. Малейшие нарушения в этих системах отражают наиболее ранние метаболические и гемодинамические сдвиги, являются фактором, предопределяющим характер изменений работоспособности и степень выраженности изменений в состоянии здоровья [3, 9]. Положительное воздействие физических упражнений на ССС обусловлено их тонизирующим влиянием, способствующим повышению уровня протекания всех физиологических процессов [2, 7].

В этой связи несомненный интерес вызывает изучение поведения параметров ССС – *кардиоинтервалов* (КИ) у тренированного испытуемого в ответ на дозированную физическую нагрузку. Это пред-

ставляет особый научно-практический интерес для оценки механизмов адаптации и для понимания принципов функционирования сложных систем, систем третьего типа, *complexity* [8, 17].

Цель исследования – изучение влияния дозированной физической нагрузки на параметры *кардиоинтервалов* в режиме многократных повторений у тренированного испытуемого с помощью статистического анализа и новых методов *теории хаоса-самоорганизации* (ТХС).

Объекты и методы исследования. Исследование включало в себя изучение влияния динамической нагрузки на параметр ССС, а именно – значение КИ у испытуемых, занимающихся игровым видом спорта (баскетболом) 14 лет и проживающих на Севере РФ более 23 лет. Регистрация КИ производилась до и после физической нагрузки в режиме многократных повторений в течение двух недель (2016 г.).

Обследование испытуемого производили с помощью пульсоксиметра (ЭЛОКС-01 М, г. Самара). Регистрацию пульсовой волны осуществляли специальным фотооптическим датчиком, который крепили на дистальную фалангу указательного пальца левой руки, в положении сидя. В течение 5 мин по 15 раз до и после динамической нагрузки (стандартизированная проба 30 приседаний за 20 сек.) при помощи программы «*ELOGRAPH*» в режиме реального времени фиксировались файлы с КИ. Изучалось влияние динамической нагрузки на параметры ССС с одновременным построением гистограммы распределения длительности КИ [14-18].

Статистическая обработка данных осуществлялась при помощи программного пакета «*Statistica 6.1*». Проверка данных на соответствие закону нормального распределения оценивалась на основе вычисления критерия Шапиро-Уилка. Дальнейшие исследования в зависимости от распределения производились методами непараметрической статистики (критерий Вилкоксона). Систематизация материала и представленных результатов расчетов выполнялась с применением программного пакета электронных таблиц *Microsoft EXCEL* [8, 10, 18].

Так же был выполнен расчет параметров *квазиаттракторов* (КА) поведения вектора состояния системы $x(t)$ в фазовом пространстве состояний [1, 3, 4, 14]. Рассчитывались площади и объемы КА. Для этих целей динамика КИ быстрым преобразованием Фурье представлялась в виде *амплитудно-частотной характеристики* (АЧХ) и строились фазовые портреты, где в качестве первой фазовой координаты $x1=x1(t)$ использовались сами КИ, а вторая фазовая координата $x2=x2(t)=dx/dt$ являлась скоростью изменения $x1(t)$. Определение параметров КА основано на расчетах вариационных размахов Δx , для каждой координаты вектора $x(t)$ [3-6, 9, 10, 18].

Результаты и их обсуждение. В ходе исследований и статистической обработки данных были получены матрицы парных сравнений выборок (табл. 1), которые демонстрируют число пар совпадений (k). При использовании непараметрического критерия Вилкоксона были получены многочисленные таблицы, в которых представлены результаты сравнения значений КИ для 15-ти серий повторов выборок КИ по 15 выборок в каждой серии. В качестве примера представлены результаты обработки данных значений КИ тренированного испытуемого (ЩКП) до физической нагрузки в виде матрицы (15×15) для одной (из всех 15-ти) серии (табл. 1). Эти повторы измерений КИ производили для проверки эффекта Еськова-Зинченко (в психофизиологии) [2, 11-13, 16-18] относительно состояния ССС, как базовой *функциональной системы организма* (ФСО).

В табл. 1 есть только один поддиагональный элемент с $p>0,05$. Это означает, что из 105 разных пар сравнения КИ только у одной пары (подряд) возможно совпадение двух выборок КИ. Характерно, что все статистические функции распределения $f(x)$ выборок *кардиоинтервалов* показывают хаос (почти нет подряд повторений). Здесь k – это число пар выборок, которые (пары) можно отнести к одной генеральной совокупности. Из табл. 1 следует, что k имеет небольшие значения ($k=12$) для тренированного испытуемого до физической нагрузки [13]. Подобные результаты были получены и при сравнении всех 15-ти серий выборок (по 15 в каждой) *кардиоинтервалов* после физической нагрузки испытуемого (табл. 2). В этом случае увеличилось число K с $p>0,05$ на поддиагональных элементах (до 4-х), но общее число k снизилось до $k_2=9$. Это показывает усиление доли хаоса в целом.

Результат попарного сравнения всех 15-ти серий по 15 выборок в каждой серии значений *кардиоинтервалов* у тренированного испытуемого после физической нагрузки показал, что дозированное физическое воздействие значимо влияет на параметры КИ практически во всех выборках. Все серии показали уменьшение k после нагрузки [3-7]. В целом для КИ тренированного испытуемого характерно небольшое значение k (до нагрузки ~12, после ~9), но при напряжении организма доля стохастики незначительно уменьшается (k снижается). Точно также уменьшаются и сами значения площадей и объемов КА параметров КИ после дозированной физической нагрузки (табл. 3.)

Таблица 1

Уровни значимости (p) для попарных сравнений 15-ти выборок параметров кардиоинтервалов тренированного испытуемого до физической нагрузки при повторных экспериментах ($k=12$), с помощью непараметрического критерия Вилкоксона (*WilcoxonSignedRanksTest*)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		.00	.00	.00	.00	.17	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.08	.00	.00
2	.00		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.23	.00	.00	.00	.00	.00
3	.00	.00		.27	.00	.00	.11	.00	.04	.00	.00	.76	.00	.00	.00
4	.00	.00	.27		.00	.00	.00	.00	.01	.00	.09	.00	.00	.00	.00
5	.00	.00	.00	.00		.00	.25	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.01	.12
6	.17	.00	.00	.00	.00		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.18	.00	.00
7	.00	.00	.11	.00	.25	.00		.00	.00	.00	.06	.00	.00	.00	.00
8	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.00	.00	.00	.00	.00	.11	.00
9	.00	.00	.04	.01	.00	.00	.00	.00		.00	.03	.00	.00	.00	.00
10	.00	.23	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.00	.00	.00	.00	.00
11	.00	.00	.00	.09	.00	.00	.06	.00	.03	.00		.00	.00	.00	.00
12	.00	.00	.76	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.00	.00	.00
13	.08	.00	.00	.00	.00	.18	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.00	.00
14	.00	.00	.00	.00	.01	.00	.00	.11	.00	.00	.00	.00	.00		.00
15	.00	.00	.00	.00	.12	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	

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

Таблица 2

Уровни значимости для попарных сравнениях 15-ти выборок параметров кардиоинтервалов тренированного испытуемого после физической нагрузки при повторных экспериментах ($k=9$), помощью непараметрического критерия Вилкоксона (*WilcoxonSignedRanksTest*)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.52	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
2	.00		.00	.92	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
3	.00	.00		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.31	.00	.00	.00	.00
4	.00	.92	.00		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
5	.00	.00	.00	.00		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
6	.00	.00	.00	.00	.00		.30	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.21	.00
7	.00	.00	.00	.00	.00	.30		.00	.00	.00	.00	.07	.00	.00	.00
8	.52	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
9	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.81	.00	.00	.00	.00	.00
10	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.81		.00	.00	.00	.00	.00
11	.00	.00	.31	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.60	.00	.00	.00
12	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.07	.00	.00	.00	.60		.02	.00	.00
13	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.02		.41	.00
14	.00	.00	.00	.00	.00	.21	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.41		.00
15	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	

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

В ходе статистической обработки данных были получены сводные количественные характеристики результатов изменения значений параметров квазиаттракторов КИ. При этом мы рассчитывали площади КА регистрируемых КИ для всех многократных повторов испытуемых до и после физической нагрузки. 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. В це-

лом, хоть любой динамический отрезок для координат $x_1(t)$ и $x_2(t)$ в фазовом пространстве неповторим и невоспроизводим [3-7, 9-12], но это движение хаотическое в пределах ограниченных объёмов ФПС – квазиаттракторов, динамику которых можно изучать в рамках ТХС [14, 16-18]. На основе полученного

вектора $x(t)=(x_1, x_2)^T$ нами определялись площади S или объемы полученных КА V_G по формуле: $S_G^{max} \geq \Delta x_1 \times x_2 \geq S_G^{min}$, где Δx_1 – вариационный размах величины КИ, а Δx_2 – его скорость изменения, для всех полученных выборок КИ. В результате исследований был установлен ряд закономерностей в рамках ТХС, что представляется в табл. 3.

Таблица 3

Результаты статистической обработки значений площадей ($Z \times 10^4$ у.е.) квазиаттракторов параметров кардиоинтервалов у тренированного испытуемого до и после физической нагрузки при повторных исследованиях испытуемого ЩКП

№ 15		Значение площадей КА – $Z \times 10^4$ (у.е.)	
		до воздействия	после воздействия
X_{cp}		15,8	4,55
W_{cp}		0,53	0,93
P_{cp}		0,00	0,04
Процентили %	50 _{cp} , Me	6,96	4,75
	5 _{cp} , %	0,12	0,14
	95 _{cp} , %	57,1	8,96

Примечание: W – критерий Шапиро-Уилка (*Shapiro-Wilk*) для проверки типа распределения признака; p – достигнутый уровень значимости, полученный в результате проверки типа распределения по критерию Шапиро-Уилка (критическим уровнем значимости принят $p < 0,05$). X_{cp} – средние арифметические значения; Me – медиана (5%; 95%) для описания асимметричных распределений использована медиана, а в качестве мер рассеяния процентили (5-й и 95-й).

Из табл. 3 следует, что динамика средних значений площадей тренированного испытуемого до и после физической нагрузки изменяется закономерно на уменьшение. При этом мы рассчитывали площади и объемы квазиаттракторов регистрируемых КИ для всех многократных повторов наблюдений испытуемых до и после физической нагрузки. Поскольку дискретные значения параметров КИ имеют распределение, отличное от нормального (тип распределения определяли с помощью критерия Шапиро-Уилка), то данные представлялись в виде медианы и интерпроцентильного размаха [3-7]. Интерпроцентильный размах указывается в виде 5 и 95% процентилей. Данная таблица показывает, что средние значения площадей уменьшаются после физической нагрузки на 11,25 у.е. Это говорит о формировании состояния адекватной мобилизации испытуемого. При этом такая динамика состояния адекватной мобилизации испытуемого может быть изучена в рамках ТХС как кинематика (скорость изменения $S_2/S_1 < 0,05$).

Для наглядной оценки хаотической динамики параметров КА кардиоинтервалов были построены фазовые портреты. Характерный (типичный) пример фазового портрета тренированного испытуемого до и после дозированной физической нагрузки представлен на рис. 1, где наблюдается резкое снижение площади КА после физической нагрузки. Это является важной характеристикой адаптационных закономерностей поведения хаотической динамики кардиоинтервалов у лиц с хорошей физической подготовкой и может характеризовать степень физической подготовленности и отличие спортсмена от человека без физической подготовки.

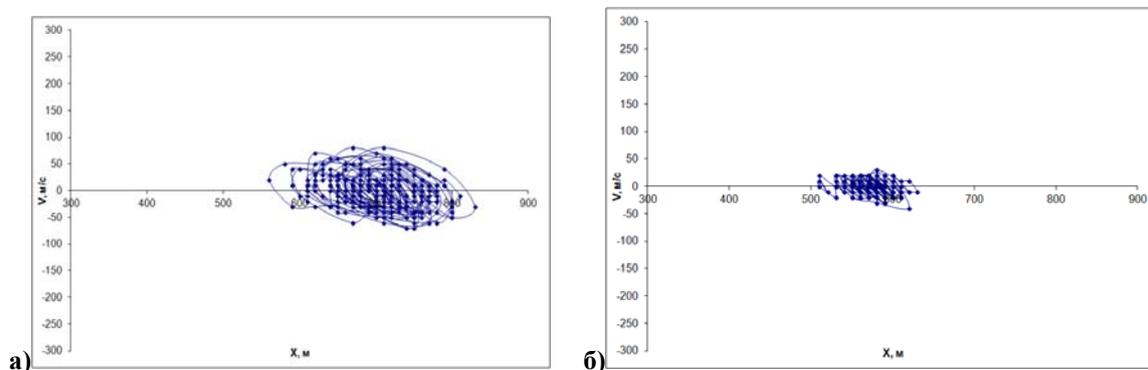


Рис. 1. Фазовые траектории КА сигнала x_1 на плоскости с координатами x_1, x_2 – скорость изменения $x_1, x_2 = x_2(t) = dx_1/dt$. а) конфигурация квазиаттрактора до физической нагрузки $S_{KA} = 40,5 \times 10^4$ у.е.; б) изменения конфигурации квазиаттрактора после физической нагрузки $S_{KA} = 11,23 \times 10^4$ у.е.

Таким образом, дозированная физическая нагрузка изменяет значения параметров КИ. Об этом свидетельствуют как изменения значения площадей и объемов КИ, так и уменьшение числа k совпадений у тренированного испытуемого после дозированной физической нагрузки при повторных экспериментах. Использование запатентованных методов показало, что расчет параметров КА *сердечно-сосудистой системы* показывает индивидуальное различие по параметрам КИ, что позволяет объективно оценивать динамику резервных возможностей организма и их прогностическую значимость, а также оценивать степень тренированности (или детренированности) испытуемых.

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

Литература

1. Адайкин В.И., Брагинский М.Я., Еськов В.М., Русак С.Н., Хадарцев А.А., Филатова О.Е. Новый метод идентификации хаотических и стохастических параметров экосреды // Вестник новых медицинских технологий. 2006. Т. 13, № 2. С. 39–41.
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. Гараева Г.Р., Еськов В.М., Еськов В.В., Гудков А.Б., Филатова О.Е., Химикина О.И. Хаотическая динамика кардиоинтервалов трех возрастных групп представителей коренного населения Югры // Экология человека. 2015. № 9. С. 50–55.
4. Добрынина И.Ю., Горбунов Д.В., Козлова В.В., Синенко Д.В., Филатова Д.Ю. Особенности кардиоинтервалов: хаос и стохастика в описании сложных биосистем // Вестник новых медицинских технологий. 2015. Т. 22, № 2. С. 19–26.
5. Еськов В.М., Живогляд Р.Н., Карташова Н.М., Попов Ю.М., Хадарцев А.А. Понятие нормы и патологии в фазовом пространстве состояний с позиций компартментно-кластерного подхода // Вестник новых медицинских технологий. 2005. Т. 12, № 1. С. 12–14.
6. Еськов В.М., Нанченко Е.А., Козлова В.В., Климов О.В., Майстренко Е.В. Параметры квазиаттракторов поведения вектора состояния организма пловцов // Вестник новых медицинских технологий. 2009. Т. 16, № 4. С. 24–26.
7. Еськов В.М., Еськов В.В., Филатова О.Е., Хадарцев А.А. Фрактальные закономерности развития человека и человечества на базе смены трёх парадигм // Вестник новых медицинских технологий. 2010. Т. 17, № 4. С. 192–194.
8. Еськов В.В., Вохмина Ю.В., Гавриленко Т.В., Зимин М.И. Модели хаоса в физике и теории хаоса-самоорганизации // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2013. № 2. С. 42–56.
9. Еськов В.М., Еськов В.В., Филатова О.Е., Филатова Д.Ю. Сравнительная характеристика возрастных изменений сердечно-сосудистой системы населения Севера РФ // Вестник новых медицинских технологий. 2015. Т. 22, № 3. С. 15–20.
10. 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.
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. 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.
14. Майстренко Е.В., Газя Г.В., Болтаев А.В., Шиляева О.С. Параметры сердечно-сосудистой системы организма женщин – работников нефтегазового комплекса, в условиях действия промышленных электромагнитных волн // Вестник новых медицинских технологий. 2015. Т. 22, № 4. С. 21–27.

15. Филатова О.Е., Соколова А.А., Мороз О.А., Однолеткова С.В. Нейро-ЭВМ в изучении параметров variability сердечного ритма женского коренного и некоренного населения Югры // Вестник новых медицинских технологий. 2015. Т. 22, № 4. С. 13–21.

16. Филатова О.Е., Хадарцева К.А., Соколова А.А., Еськов В.В., Эльман К.А. Сердечно-сосудистая система аборигенов и пришлого женского населения Севере РФ: модели и возрастная динамика // Вестник новых медицинских технологий. 2015. Т. 22, № 2. С. 43–49.

17. Хадарцев А.А., Еськов В.М., Филатова О.Е., Хадарцева К.А. Пять принципов функционирования сложных систем, систем третьего типа // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2015. № 1. Публикация 1-2. URL: <http://medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-1/5123.pdf> (дата обращения 25.03.2015). DOI: 10.12737/10410.

18. Хадарцев А.А., Шакирова Л.С., Пахомов А.А., Полухин В.В., Синенко Д.В. Параметры сердечно-сосудистой системы школьников в условиях санаторного лечения // Вестник новых медицинских технологий. 2016. Т. 23, №1. С. 7–14.

References

1. Adaykin VI, Braginskiy MY, Es'kov VM, Rusak SN, Khadartsev AA, Filatova OE. Novyy metod identifikatsii khaoticheskikh i stokhasticheskikh parametrov ekosredy [A new method for identification of chaotic and stochastic parameters of ecological environment]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2006;13(2):39-41. Russian.

2. Veraksa AN, Filatova DY, Poskina TY, Klyus LG. Termodinamika v effekte Es'kova – Zinchenko pri izuchenii statsionarnykh sostoyaniy slozhnykh biomeditsinskikh system [Thermodynamics in effect Eskova - Zinchenko in the study of stationary states of complex biomedical systems]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2016;23(2):18-25. Russian.

3. Garaeva GR, Es'kov VM, Es'kov VV, Gudkov AB, Filatova OE, Khimikova OI. Khaoticheskaya dinamika kardiointervalov trekh vozrastnykh grupp predstaviteley korennoy naseleniya Yugry [Chaotic dynamics of cardio three age groups of the indigenous population of Ugra]. Ekologiya cheloveka. 2015;9:50-5. Russian.

4. Dobrynina IY, Gorbunov DV, Kozlova VV, Sinenko DV, Filatova DY. Osobennosti kardiointervalov: khaos i stokhastika v opisaniy slozhnykh biosistem [Features cardio chaos and stochastic in the description of complex biological systems]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2015;22(2):19-26. Russian.

5. Es'kov VM, Zhivoglyad RN, Kartashova NM, Popov YM, Khadartsev AA. Ponyatie normy i patologii v fazovom prostranstve sostoyaniy s pozitsiy kompartmentno-klasternogo podkhoda [The concept of normal and pathological states in the phase space with the position kompartmentno-cluster approach]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2005;12(1):12-4. Russian.

6. Es'kov VM, Nanchenko EA, Kozlova VV, Klimov OV, Maystrenko EV. Parametry kvaziattraktorov povedeniya vektora sostoyaniya organizma plovtsov [Parameters quasi-attractors behavior of the organism of the state vector]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2009;16(4):24-6. Russian.

7. Es'kov VM, Es'kov VV, Filatova OE, Khadartsev AA. Fraktal'nye zakonomernosti razvitiya cheloveka i chelovechestva na baze smeny trekh paradigm [Fractal patterns of human development and humanity on the basis of the change of the three paradigms]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2010;17(4):192-4. Russian.

8. Es'kov VV, Vokhmina YV, Gavrilenko TV, Zimin MI. Modeli khaosa v fizike i teorii khaosa-samoorganizatsii [Models of chaos in physics and chaos theory, self-organization]. Slozhnost'. Razum. Postneklassika. 2013;2:42-56. Russian.

9. Es'kov VM, Es'kov VV, Filatova OE, Filatova DY. Sravnitel'naya kharakteristika vozrastnykh izmeneniy serdechno-sosudistoy sistemy naseleniya Severa RF [Comparative characteristics of age-related changes in the cardiovascular system of the Russian population of the North]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2015;22(3):15-20. Russian.

10. Es'kov VM, Khadartsev AA, Filatova OE, Khadartseva KA, Litovchenko OG. Problema otsenki effektivnosti lecheniya na osnove kinematicheskoy kharakteristiki vektora sostoyaniya organizma [The problem of evaluating the effectiveness of the treatment on the basis of the kinematic characteristics of the vector state of the organism]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2015;22(1):143-52. Russian.

11. Es'kov VM, Zinchenko YP, Filatov MA, Es'kov VV. Effekt Es'kova – Zinchenko oprovergaet predstavleniya I.R. Prigogine, JA. Wheeler i M. Gell-Mann o determinirovannom khaose biosistem – complexity [Effect Eskova - Zinchenko denies representation IR Prizhogine, J. and M. Vneeler Gel Mann of deterministic chaos of biological systems – complexity]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2016;23(2):34-43. Russian.

12. Es'kov VM, Zinchenko YP, Filatova OE, Veraksa AN. Biofizicheskie problemy v organizatsii dvizheniy s pozitsiy teorii khaosa – samoorganizatsii [Biophysical problems in the organization of movement from the point of chaos theory - self]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2016;23(2):182-8. Russian.

13. Zinchenko YP, Es'kov VM, Es'kov VV. Ponyatie evolyutsii Glensdorfa-Prigozhina i problema gomeostatsicheskogo regulirovaniya v psikhofiziologii [The concept of evolution Glansdorff-Prigogine and pro-

homeostatic regulation problem in psychophysiology]. Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 14: Psikhologiya. 2016;1:3-24. Russian.

14. Maystrenko EV, Gazya GV, Boltaev AV, Shilyaeva OS. Parametry serdechno-sosudistoy sistemy organizma zhenshchin – rabotnikov neftegazovogo kompleksa, v usloviyakh deystviya promyshlennykh elektromagnitnykh voln [The parameters of the cardiovascular system of the body of women - workers of oil and gas, in terms of industrial action of electromagnetic waves]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2015;22(4):21-7. Russian.

15. Filatova OE, Sokolova AA, Moroz OA, Odnoletkova SV. Neyro-EVM v izuchenii parametrov variabelnosti serdechnogo ritma zhenskogo korennoy i nekorennoy naseleniya Yugry [Neuro-computer in the study of parameters HRV female indigenous and non-indigenous population of Ugra]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2015;22(4):13-21. Russian.

16. Filatova OE, Khadartseva KA, Sokolova AA, Es'kov VV, El'man K.A. Serdechno-sosudistaya sistema aborigenov i prishlogo zhenskogo naseleniya Severe RF: modeli i voznrastnaya dinamika [Cardiovascular system and alien Aboriginal female population of the North of the Russian Federation: the model and age dynamics]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2015;22(2):43-9. Russian.

17. Khadartsev AA, Es'kov VM, Filatova OE, Khadartseva KA. Pyat' printsipov funktsionirovaniya slozhnykh sistem, sistem tret'ego tipa [Five principles of the functioning of complex systems, the third type of system]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. Elektronnoe izdanie. 2015 [cited 2015 Mar 25];1 [about 6 p.]. Russian. Available from: <http://medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-1/5123.pdf>. DOI: 10.12737/10410.

18. Khadartsev AA, Shakirova LS, Pakhomov AA, Polukhin VV, Sinenko DV. Parametry serdechno-sosudistoy sistemy shkol'nikov v usloviyakh sanatornogo lecheniya [The parameters of the cardiovascular system of pupils in the conditions of sanatorium treatment]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2016;23(1):7-14. Russian.

Библиографическая ссылка:

Мирошниченко И.В., Белощенко Д.В., Трусов М.В., Ворошилова О.М. Влияние физической нагрузки на параметры кардиоинтервалов у тренированного испытуемого // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2016. №4. Публикация 1-2. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2016-4/1-2.pdf> (дата обращения: 19.12.2016). DOI: 12737/23743.