

DOI: 10.12737/21046

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ ШКОЛЬНИКОВ В УСЛОВИЯХ САНАТОРНОГО ЛЕЧЕНИЯ

Л.С. ШАКИРОВА, Г.Р. ГАРАЕВА, Д.В. СИНЕНКО, Л.С. СОРОКИНА

*БУ ВО Ханты-Мансийского автономного округа – Югры «Сургутский государственный университет», проспект Ленина, 1, Сургут, 628400, Россия*

**Аннотация.** Установлено, что метод расчёта матриц межаттракторных расстояний в  $m$ -мерном фазовом пространстве предоставляет определенную количественную оценку адаптационных резервов организма. Результаты исследования показали, что движение хаотических центров при широтных перемещениях мальчиков и девочек различается. При общем (суммарном) значении межаттракторное расстояние  $Z_{ij}$  в группе мальчиков между состоянием 3 (в конце отдыха в санатории) и состоянием 4 (по прилету в г. Сургут) резко увеличивается (в 2,1 раза), а у девочек уменьшается практически до уровня 2 состояния (по прилету в санаторий). Это говорит о недостаточной сформированности адаптационных механизмов у мальчиков и об оздоровительном эффекте пребывания в санатории на параметры организма девочек. В целом мальчики демонстрируют особую динамику поведения межаттракторных расстояний  $z_{ij}$  сравнительно с девочками.

**Ключевые слова:** хаос, самоорганизация, кардиореспираторная система.

## COMPARATIVE EVALUATION OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM PARAMETERS OF PUPILS IN THE CONDITIONS OF SANATORIUM TREATMENT

L.S. SHAKIROVA, G.R. GARAEVA, D.V. SINENKO, L.S. SOROKINA

*Surgut state university, Lenin Avenue, 1, Surgut, 628400, Russia*

**Abstract.** It was illustrated that methods of interattractor distances calculation at  $m$ -order of phase space presents some quantities estimation of human body adaptive possibility. Our results demonstrate the quasiattractor's movements if we have boys and girl moving from north to south and vice versa. The value of quasiattractors volume and value of quasiattractors distances  $z_{ij}$  for boys differ then such distances  $z_{ij}$  for girl (between second and forth state of such two groups). So the boy has a problem of health. Their parameters demonstrated specific dynamic with companion of girl such parameter at all.

**Key words:** chaos, self-organization, cardiorespiratory system.

**Введение.** Север России является территорией с неблагоприятными природно-климатическими условиями, за счет колебания температурного режима, давления и геомагнитных возмущений [2-4]. Дефицит солнечного света и тепла, необычный световой режим оказывает влияние на суточные биоритмы и функционирование ССС и ВНС. Дефицит ультрафиолетовой радиации, ограничение длительных прогулок в зимний период, определяют повышенное требование к адаптации. Органи-

зация детского отдыха в комфортных климатогеографических условиях компенсирует неблагоприятное воздействие окружающей среды Севера, но в тоже время сопровождается физиологической перестройкой организма [7-13].

В настоящее время, особенности адаптации организма детей при широтном перемещении изучены мало. Наиболее доступным для регистрации параметром, отражающим процессы регуляции ССС, является ритм сердечных сокращений, динами-

ческие характеристики, которого позволяют оценить выраженность симпатических и парасимпатических сдвигов, при изменении физиологического состояния исследуемого [1,5,6]. При этом было доказано, что традиционные стохастические подходы малоэффективны в оценке ССС организма человека [4,6,14-16].

**Цель исследования** – изучение влияния санаторного лечения на процесс изменения динамики функциональных систем организма детей (у нас это состояние ССС), в условиях широтного перемещения. На примере сердечно-сосудистой системы мы изучаем динамику параметров ССС с позиции теории хаоса-самоорганизации.

**Объекты и методы исследования.** В ходе проведения настоящего исследования использованы результаты мониторингового обследования состояния сердечно-сосудистой системы 55 школьников (25 мальчиков и 30 девочек) г. Сургута. Критерии включения: возраст учащихся 7-14 лет; отсутствие жалоб на состояние здоровья в период проведения обследований; наличие информированного согласия на участие в исследовании. Критерии исключения: болезнь учащегося в период обследования. Тестирование выполнялось в 4-х разных временных промежутках: 1-й этап – нахождение в Сургуте, до отъезда детей в санаторий; 2-ой этап – по прилету в санаторно-оздоровительный лагерь «Юный нефтяник»; 3-й этап в конце лечения и отдыха перед вылетом из санатория «Юный нефтяник»; 4-й этап непосредственно по прилету в г. Сургут.

Информацию о состоянии параметров ССС учащихся получали методом пульсоинтервалографии на базе приборно-программного обеспечения пульсоксиметра «ЭЛОКС-01». Программный продукт «ELOGRAPH», которым снабжен прибор, в автоматическом режиме отображает изменение в виде ряда показателей в режиме реального времени с одновременным построением гистограммы распределения длительности *кардиоинтервалов* (КИ).

Выбор данного метода был связан с тем, что ритм сердечных сокращений является наиболее доступным для регистрации

физиологических параметров состояний *нейро-вегетативной системы* (НВС). Регистрация параметров сердечно-сосудистой системы обследуемых производилась в шестимерном фазовом пространстве состояний общего *вектора состояния ССС* (ВСС) в виде  $x=x(t)=(x_1, x_2, \dots, x_m)^T$ , где  $m=6$ . Эти координаты  $x_i$  состояли из:  $x_1$  – *SIM* – показатель активности симпатического отдела НВС, у.е.;  $x_2$  – *PAR* – показатель активности парасимпатического отдела НВС, у.е.;  $x_3$  – *SSS* – число ударов сердца в минуту;  $x_4$  – *SDNN* – стандарт отклонения измеряемых *кардиоинтервалов*, мс;  $x_5$  – *INB* – индекс напряжения (по Р.М. Баевскому);  $x_6$  – *SpO<sub>2</sub>* – уровень оксигенации крови (уровень оксигемоглобина).

Полученные результаты первоначально обрабатывались методами математической статистики с помощью программного продукта *Statistica version 6.1*. Статистическая обработка данных производилась до доверительного интервала с вероятностью  $\beta=0,95$ . На основе вычисления критерия Шапиро-Уилка оценивалось распределение признака на соответствие нормальному закону распределения (при критическом уровне значимости принятым равным  $p>0,05$ ). Однако, не все описываемые параметры подчиняются закону нормального распределения, поэтому дальнейшие исследования зависимостей производились методами непараметрической статистики [15-19].

При описании асимметричных распределений использовалась медиана, в качестве мер рассеяния – процентиля (5-й и 95-й). Для сравнения трёх и более связанных выборок, данные в которых не подчиняются закону нормального распределения, применяется критерий Фридмана (Ранговый ДА – *Friedman Test*). Критерий Фридмана имеет распределение типа хи-квадрат, поэтому он нами записывался следующим образом «*Chi-square*» хи-кв. ( $N=30, cc=23$ ) = 556,3261 при  $p<0,000$ . Применение критерия Фридмана показало наличие статистически значимых различий между 4-мя группами. Однако, между какими группами существуют различия, и по каким параметрам – на этот вопрос нам отвечает критерий Вилкоксона. Количество возможных по-

парных сравнений с помощью непараметрического критерия Вилкоксона было рассчитано по формуле:  $n=0,5N(N-1)$ , где  $N$  – количество изучаемых групп.

Одновременно для учёта элементов хаоса, в динамике параметров ССС, нами использовались методы теории хаоса-самоорганизации, которые обеспечат расчёт параметров квазиинтервалов (объёмы  $V$  и параметр ассиметрии – *General asymmetry*), а также находились матрицы межаттракторных расстояний  $Z_{ij}$  для всех квазиаттракторов. Результаты статистической обработки данных показателей ССС школьников в условиях широтных перемещениях представлены ниже [11,14-18].

**Результаты и их обсуждение.** Первоначально рассмотрим значения межаттракторных расстояний  $z_{ij}$ . Параметр  $Z_{ij}$  ( $i$  и  $j$  – номера обследуемых групп) – расстояние между центрами хаотических квазиаттракторов двух изучаемых групп (компартиментов) испытуемых, определяет эволюцию организма в фазовом пространстве. Между хаотическими центрами этих КА для описания  $Z_{ij}$  создается матрица  $Z$ . Данная матрица представлена в табл. 1, где представлены все возможные расстояния между хаотическими центрами КА.

**Матрица идентификации расстояний ( $Zh$ , у.е.) между хаотическими центрами квазиаттракторов интегральных и временных показателей сердечно-сосудистой и вегетативной нервной системы организма девочек ( $n=30$ ) при широтных перемещениях в 6-ти мерном фазовом пространств**

Точка исследования, у.е.	1	2	3	4	сумма	среднее
1	$z_{11}=0,00$	$z_{12}=15,98$	$z_{13}=21,98$	$z_{14}=7,75$	45,71	15,23
2	$z_{21}=15,98$	$z_{22}=0,00$	$z_{23}=6,32$	$z_{24}=8,48$	30,78	10,26
3	$z_{31}=21,98$	$z_{32}=6,32$	$z_{33}=0,00$	$z_{34}=14,51$	42,81	14,27
4	$z_{41}=7,75$	$z_{42}=8,48$	$z_{43}=14,51$	$z_{44}=0,00$	30,74	10,2

Анализируя полученные результаты (табл. 1), расчёта межаттракторных расстояний ( $Zh$ ) для четырех кластеров испытуемых девочек, наибольшее расстояние  $Z_{ij}$  установлено между 1 и 3 точками ( $z_{14}=21,98$  у.е.), а наименьшее при сравнении 2 и 3 то-

чек ( $z_{23}=6,32$  у.е.). Установлено, что большие межаттракторные расстояния наблюдаются в группе девочек между 1 и 2; 1 и 3 точками ( $z_{21}=15,98$  у.е.;  $z_{31}=21,98$  у.е. соответственно).

У мальчиков (табл. 2), наибольшее расстояние  $Z_{ij}$  установлено между 1 (до отъезда в санаторий) и 4 (после отдыха) точками ( $z_{41}=14,24$  у.е.), а наименьшее при сравнении 2 и 3 точек ( $z_{23}=2,78$  у.е.). В группе мальчиков при общем (суммарном) значении, расстояние  $Z_{ij}$  после приезда в санаторий и двухнедельного отдыха снижается (2 точка – 4,98 у.е.; 3 точка – 3,64 у.е.), по сравнению с 1 точкой. Наименьшее расстояние имеем между 2 и 3 точками, что говорит об оздоровительном эффекте пребывания в санатории на параметры организма мальчиков. Однако, после возвращения в г. Сургут, расстояние  $Z_{ij}$  при общем (суммарном) значении между 3 и 4 точками резко увеличивается в 2,1 раза (40,83 у.е.), что говорит об особенностях влияния возвращения в Югру, когда после отдыха произошли значимые перестройки в организме ребенка.

В группе девочек оценка общего (суммарного) значения  $Z_{ij}$  (при сложении всех элементов столбцов) расстояние  $Z_{ij}$  между центрами хаотических КА после приезда в санаторий (2 точка) снижается (30,78 у.е.), затем снова увеличивается после двухнедельного отдыха (42,81 у.е.). После отдыха, межаттракторное расстояние между 3 и 4 точками уменьшается практически до уровня 2 состояния и составляет 30,74 у.е., что говорит об оздоровительном эффекте отдыха параметры организм девочек. В целом, 1-я в 3-я точки имеют наибольшее значение при суммировании всех  $Z_{ij}$  (по каждой строке).

Таблица 1

Таблица 2

**Матрица идентификации расстояний ( $Zh$ , у.е.) между хаотическими центрами квазиаттракторов интегральных и временных показателей сердечно-сосудистой и вегетативной нервной системы организма мальчиков ( $n=25$ ) при широтных перемещениях в 6-ти мерном фазовом пространстве**

Точка исследования, у.е.	1	2	3	4	сумма	среднее
1	$z_{11}=0,00$	$z_{12}=4,98$	$z_{13}=3,64$	$z_{14}=14,24$	22,86	7,62
2	$z_{21}=4,98$	$z_{22}=0,00$	$z_{23}=2,78$	$z_{24}=13,70$	21,46	7,15
3	$z_{31}=3,64$	$z_{32}=2,78$	$z_{33}=0,00$	$z_{34}=12,89$	19,31	6,46
4	$z_{41}=14,24$	$z_{42}=13,70$	$z_{43}=12,89$	$z_{44}=0,00$	40,83	13,61

### Выводы:

1. Результат анализа параметров сердечно-сосудистой системы школьников при широтных перемещениях, находящихся в условиях санаторного лечения с позиции стохастики показал, что поведение кардиоинтервалов носит всё-таки хаотический характер. Отсюда следствие – традиционная стохастика в описании кардиоинтервалов имеет низкую эффективность, в сравнение с методами ТХС в виде расчёта параметров квазиаттракторов.

2. Метод расчёта матриц межаттрак-

торных расстояний в  $m$ -мерном фазовом пространстве представляет определённую количественную оценку адаптационных резервов организма. В группе мальчиков при общем (суммарном) значении, расстояние  $Z_{ij}$  между 2, 3 точками снижается (21,46 у.е., 19,31 у.е. соответственно), что говорит об оздоровительном эффекте пребывания в санатории на параметры организма. Однако, между 3 и 4 точками резко увеличивается в 2,1 раза (40,83 у.е.), что говорит об особенностях влияния возвращения в Югру, когда после отдыха произошли значимые перестройки в организме ребенка. В группе девочек при общем (суммарном) значении расстояние  $Z_{ij}$  между 2 и 3 точками увеличивается (30,78 у.е., 42,81 у.е. соответственно), затем уменьшается между 3 и 4 точками практически до уровня 2 состояния и составляет 30,74 у.е., что говорит об оздоровительном эффекте пребывания в санатории на параметры организма девочек.

### Литература

1. Ведясова О.А., Еськов В.М., Филатова О.Е. Системный компартментно-кластерный анализ механизмов устойчивости дыхательной ритмики млекопитающих. Самара: Офорт, 2005. 198 с.
2. Еськов В.М., Филатова О.Е., Фудин Н.А., Хадарцев А.А. Новые методы изучения интервалов устойчивости биологических динамических систем в рамках компартментно-кластерного подхода // Вестник новых медицинских технологий. 2004. Т. 11, № 3. С. 5–6.
3. Еськов В.М., Филатова О.Е., Фудин Н.А., Хадарцев А.А. Проблема выбора оптимальных математических моделей в теории идентификации биологических динамических систем // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2004. Т. 3, № 2. С. 150–152.

### References

- Vedyasova OA, Es'kov VM, Filatova OE. Sistemnyy kompartmentno-klasternyy analiz mekhanizmov ustoychivo-sti dykhatel'noy ritmiki mlekopitayushchikh [System compartment cluster analysis resistance mechanisms of mammalian respiratory rhythm]. Samara: Ofort; 2005. Russian.
- Es'kov VM, Filatova OE, Fudin NA, Khadartsev AA. Novye metody izucheniya intervalov ustoychivosti biologicheskikh dinamicheskikh sistem v ramkakh kompartmentno-klasternogo podkhoda. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2004;11(3):5-6. Russian.
- Es'kov VM, Filatova OE, Fudin NA, Khadartsev AA. Problema vybora optimal'nykh matematicheskikh modeley v teorii identifikatsii biologicheskikh dinamicheskikh sistem [The problem of choosing the optimal mathematical models in the theory of dynamical systems identification of biological]. Sistemnyy analiz i upravlenie v biomeditsinskikh sistemakh. 2004;3(2):150-2. Russian.

4. Еськов В.М. Методы измерения интервалов устойчивости биологических динамических систем и их сравнение с классическим математическим подходом в теории устойчивости динамических систем // Метрология. 2005. № 2. С. 24–36.  
Es'kov VM. Metody izmereniya intervalov ustoychivosti biologicheskikh dinamicheskikh sistem i ikh sravnenie s klassicheskim matematicheskim podkhodom v teorii ustoychivosti dinamicheskikh sistem. Metrologiya. 2005;2:24-36. Russian.
5. Адайкин В.И., Аушева Ф.И., Бурькин Ю.Г., Вечканов И.Н., Вишнеvский В.А., Добрынин Ю.В., Еськов В.М., Еськов В.В., Живогляд Р.Н., Курзина С.Ю., Лазарев В.В., Логинов С.И., Пашнин А.С., Полухин В.В., Попова Н.Б., Прокопьев М.Н., Филатов М.А., Филатова О.Е., Хадарцев А.А., Хадарцева К.А., Хисамова А.В., Чантурия С.М. Системный анализ, управление и обработка информации в биологии и медицине. Часть VII. Синергетический компартментно-кластерный анализ и синтез динамики поведения вектора состояния организма человека на севере РФ в условиях саногенеза и патогенеза / Под ред. В.М. Еськова и А.А. Хадарцева. Самара: ООО «Офорт», 2008. 159 с.  
Adaykin VI, Ausheva FI, Burykin YuG, Vechkanov IN, Vishnevskiy VA, Dobrynin YuV, Es'kov VM, Es'kov VV, Zhivoglyad RN, Kurzina SYu, Lazarev VV, Loginov SI, Pashnin AS, Polukhin VV, Popova NB, Prokop'ev MN, Filatov MA, Filatova OE, Khadartsev AA, Khadartseva KA, Khisamova AV, Chanturiya SM. Sistemnyy analiz, upravlenie i obrabotka informatsii v biologii i meditsine. Chast' VII. Sinergeticheskiy kompartmentno-klasternyy analiz i sintez dinamiki povedeniya vektora sostoyaniya organizma cheloveka na severe RF v usloviyakh sanogeneza i patogeneza. Pod red. V.M. Es'kova i A.A. Khadartseva. Samara: OOO «Ofort»; 2008. Russian.
6. Еськов В.М., Хадарцев А.А., Еськов В.В., Филатова О.Е. Флуктуации и эволюции биосистем – их базовые свойства и характеристики при описании в рамках синергетической парадигмы // Вестник новых медицинских технологий. 2010. Т. 17, № 1. С. 17–19.  
Es'kov VM, Khadartsev AA, Es'kov VV, Filatova OE. Fluktuatsii i evo-lyutsii biosistem – ikh bazovye svoystva i kharakteristiki pri opisaniy v ramkakh si-nergeticheskoy paradigmy [Fluctuation and evolution are the basic property of biosystem according to synergetic paradigm]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2010;17(1):17-9. Russian.
7. Еськов В.М., Еськов В.В., Филатова О.Е. Особенности измерений и моделирования биосистем в фазовых пространствах состояний // Измерительная техника. 2010. № 12. С. 53–57.  
Es'kov VM, Es'kov VV, Filatova OE. Osobennosti izmereniy i modelirovaniya biosistem v fazovykh prostranstvakh sostoyaniy [Features of measurements and modeling of biological systems in the phase space of states]. Izmeritel'naya tekhnika. 2010;12:53-7. Russian.
8. Еськов В.М., Филатов М.А., Добрынин Ю.В., Еськов В.В. Оценка эффективности лечебного воздействия на организм человека с помощью матриц расстояний // Информатика и системы управления. 2010. № 2. С. 105–108.  
Es'kov VM, Filatov MA, Dobrynin YuV, Es'kov VV. Otsenka effektivnosti lechebnogo vozdeystviya na organizm cheloveka s pomoshch'yu matrits rasstoyaniy. Informatika i sistemy upravleniya. 2010;2:105-8. Russian.
9. Еськов В.М. Третья парадигма. Российская академия наук, Научно-проблемный совет по биофизике. Самара: Изд-во ООО «Офорт» (Гриф. РАН), 2011. 250 с.  
Es'kov VM. Tret'ya paradigma. Rossiyskaya akademiya nauk, Nauchno-problemnyy совет po biofizike. Samara: Izd-vo OOO «Ofort» (Grif. RAN); 2011. Russian.
10. Еськов В.М., Балтикова А.А., Буров И.В., Гавриленко Т.В., Пашнин А.С. Можно ли моделировать и измерять хаос в медицине? // Вестник новых медицинских технологий. 2012. Т. 19, № 2. С. 412–414.  
Es'kov VM, Baltikova AA, Burov IV, Gavrilenko TV, Pashnin AS. Mozhno li modelirovat' i izmeryat' khaos v meditsine? [Is it possible to simulate and measure chaos in medicine?]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2012;19(2):412-4. Russian.
11. Еськов В.М., Попов Ю.М., Филатова О.Е. Третья парадигма и представления И.Р. Пригожина и Г. Хакена о сложности и особых свойствах биосистем // Вестник новых медицинских технологий. 2012. Т. 19,  
Es'kov VM, Popov YuM, Filatova OE. Tret'ya paradigma i predstavleniya I.R. Prigozhina i G. Khakena o slozhnosti i osobykh svoystvakh biosistem [The third paradigm and presentations of I.R. Prigogine and H. Haken about complexity and specific biosys-

№ 2. С. 416–418.

12. Еськов В.М., Хадарцев А.А., Каменев Л.И. Новые биоинформационные подходы в развитии медицины с позиций третьей парадигмы (персонифицированная медицина - реализация законов третьей парадигмы в медицине) // Вестник новых медицинских технологий. 2012. Т. 19, № 3. С. 25–28.  
Es'kov VM, Khadartsev AA, Kamenev LI. Novye bioinformatsionnye podkhody v razvitii meditsiny s pozitsiy tret'ey paradigmy (personifitsirovannaya meditsina - realizatsiya zakonov tret'ey paradigmy v meditsine). Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2012;19(3):25-8. Russian.
13. 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.  
Es'kov VV, Vokhmina YuV, Gavri-lenko TV, Zimin MI. Modeli khaosa v fi-zike i teorii khaosa-samoorganizatsii. Slozhnost'. Razum. Postneklassika. 2013;2:42-56. Russian.
14. Еськов В.М., Хадарцев А.А., Козлова В.В., Филатова О.Е. Использование статистических методов и методов многомерных фазовых пространств при оценке хаотической динамики параметров нервно-мышечной системы человека в условиях акустических воздействий // Вестник новых медицинских технологий. 2014. Т. 21, № 2. С. 6–10.  
Es'kov VM, Khadartsev AA, Kozlova VV, Filatova OE. Ispol'zovanie statisticheskikh metodov i metodov mnogomernykh fazovykh prostranstv pri otsenke khaoticheskoy dinamiki parametrov nervno-myshechnoy sistemy cheloveka v usloviyakh akusticheskikh vozdeyst-viy. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2014;21(2):6-10. Russian.
15. Еськов В.М., Зинченко Ю.П., Филатов М.А., Поскина Т.Ю. Эффект Н.А. Бернштейна в оценке параметров тремора при различных акустических воздействиях // Национальный психологический журнал. 2015. № 4. С. 66–73.  
Es'kov VM, Zinchenko YuP, Filatov MA, Poskina TYu. Effekt N.A. Bernshteyna v otsenke parametrov tremora pri razlichnykh akusticheskikh vozdeystviyakh [The effect of NA Bernstein in the evaluation of tremor parameters for different acoustic effects]. Natsional'nyy psikhologicheskii zhurnal. 2015;4:66-73. Russian.
16. Карпин В.А., Башкатова Ю.В., Коваленко Л.В., Филатова Д.Ю. Состояние сердечно-сосудистой системы тренированных и нетренированных студентов с позиции стохастичности и теории хаоса // Теория и практика физической культуры. 2015. № 3. С. 83–85.  
Karpin VA, Bashkatova YuV, Kovalenko LV, Filatova DYu. Sostoyanie serdechno-sosudistoy sistemy trenirovannykh i netrenirovannykh studentov s pozitsii stokhastiki i teorii khaosa. Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury. 2015;3:83-5. Russian.
17. 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.  
Zinchenko YuP, Es'kov VM, Es'kov VV. Ponyatie evolyutsii Glensdorfa-Prigozhina i problema gomeostaticeskogo regulirovaniya v psikhofiziologii. Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 14: Psikhologiya. 2016;1:3-24. Russian.
18. Хадарцев А.А., Несмеянов А.А., Еськов В.М., Фудин Н.А., Кожемов А.А. Принципы тренировки спортсменов на основе теории хаоса и самоорганизации // Теория и практика физической культуры. 2013. №9. 87–93.  
Khadartsev AA, Nesmeyanov AA, Es'kov VM, Fudin NA, Kozhemov AA. Printsipy trenirovki sportsmenov na osnove teorii khaosa i samoorganizatsii. Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury. 2013;9:87-93. Russian.
19. Eskov V.M., Eskov V.V., Braginskii M.Ya., Pashnin A.S. Determination of the degree of synergism of the human cardiorespiratory system under conditions of physical effort // Measurement Techniques. 2011. Т. 54, № 7. С. 832–837.  
Eskov VM, Eskov VV, Braginskii MYa, Pashnin AS. Determination of the degree of synergism of the human cardiorespiratory system under conditions of physical effort. Measurement Techniques. 2011;54(7):832-7.