I. БИОМЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ И СИНЕРГЕТИКА

DOI: 10.127037/7648

ПАРАМЕТРЫ КВАЗИАТТРАКТОРОВ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ ИСПЫТУЕМЫХ В УСЛОВИЯХ ДОЗИРОВАННОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ

Ю.В. БАШКАТОВА, В.А. КАРПИН, В.П. КОЩЕЕВ, В.Г. ЯХНО, В.Г. АНТОНЕЦ

ГБОУ ВПО «Сургутский государственный университет ХМАО – Югры», пр. Ленина, д. 1, г. Сургут, Россия, 628412

Аннотация. Изучены параметры сердечно-сосудистой системы у нетренированных и тренированных испытуемых методами классической статистики и новыми методами расчета хаотической динамики поведения вектора состояния организма человека в фазовом пространстве. Демонстрируется тенденция к увеличению площади квазиаттракторов нетренированных испытуемых после физической нагрузки, что также подтверждается изменением значений объемов квазиаттракторов после нагрузки по сравнению с данными до нагрузки. Длительная физическая нагрузка (тренинг) стабилизирует параметры сердечно-сосудистой и нервно-мышечной систем тренированных студентов в аспекте закономерных изменений параметров квазиаттракторов, а их динамика показывает степень тренированности. Расчет параметров квазиаттракторов сердечно-сосудистой системы позволяет объективно оценивать динамику резервных возможностей организма и их прогностическую значимость.

Ключевые слова: физическая нагрузка, хаос, самоорганизация, квазиаттрактор.

PARAMETERS QUASIATTRACTORS CARDIOVASCULAR SYSTEM OF THE SUBJECTS IN THE CONDITIONS OF THE DOSED PHYSICAL LOAD

YU. V. BASHKATOVA, V.A. KARPIN, V.P. KOSHCHEEV, V.G. YAKHNO, V.G. ANTONEZH

Surgut State University, Lenina, 1, Surgut, Russia, 628412

Abstract. Parameters of cardiovascular system at the unexercised and trained examinees by methods of classical statistics and new methods of calculation of chaotic dynamics of behavior of a vector of a condition of a human body in phase space are studied. The tendency to increase in the area of quasiattractors of unexercised examinees after physical activity is shown that is also confirmed by change of values of volumes of quasiattractors after loading in comparison with data to loading. Long physical activity (training) stabilizes parameters of cardiovascular and neuromuscular systems of the trained students in aspect of natural changes of parameters of quasiattractors, and their dynamics shows fitness degree. Calculation of parameters of quasiattractors of cardiovascular system allows to estimate objectively dynamics of reserve opportunities of an organism and their predictive importance.

Key words: physical activity, chaos self-organization, quasiattractor.

Введение. Проживание человека в экстремальных климатогеографических условиях приводит к быстрому росту хронической патологии *сердечно-сосудистой системы* (ССС) и органов дыхания [1]. Климатогеографические условия Северных регионов воздействуют на систему кровообращения и дыхания человека, приводя к выраженному напряжению этих систем, срыву адаптации и снижению запаса выносливости его *функциональных систем организма* (ФСО) в целом. Напряжение

функциональных возможностей организма человека проявляются в особенностях показателей ССС [1-5].

Кардиореспираторная система (КРС) является одной из наиболее значимых функциональных систем организма человека. КРС не только отражает динамику восстановления функций организма человека, но и обеспечивает адаптацию организма к физическим нагрузкам. В связи с этим весьма актуальна оценка функционального состояния организма человека и его адаптационных возможностей в условиях влияния дозированных физических нагрузок. Эффективность адаптации организма человека к физической нагрузке определяется зрелостью регуляторных систем и уровнем физического развития организма [3-5].

Одной из важнейших проблем исследования функциональных систем организма человека является изучение особенностей регуляции двигательных функций человека на Севере в условиях выполнения дозированной физической нагрузки и без таковых. Именно с позиций теории хаоса и самоорганизации с использованием системного синтеза возможно решение этой проблемы [6-9].

Исследования показывают, что спортивная подготовка студентов сопровождается разной физической активностью. Любая значительная физическая нагрузка вызывает у человека реакцию, которая существенно отличается от исходного состояния ФСО и изменяется в соответствии с уровнем физической подготовленности. Поэтому несомненный интерес вызывает изучение показателей функциональных систем организма человека в ответ на действие дозированной физической нагрузки. Оценка реактивности сердечного ритма при выполнении физической нагрузки дает более полную характеристику функционального состояния вегетативной нервной системы человека. При выполнении дозированных физических нагрузок происходят функциональные сдвиги в деятельности ФСО, которые традиционными статистическими методами невозможно зарегистрировать [3-7,13-18].

Выполнение стандартной дозированной физической нагрузки у нетренированного человека приводит к более низким показателям ФСО. У тренированного человека менее выражены функциональные изменения в частоте сердечных сокращений и дыхании [2-6]. Систематическое выполнение дозированных физических нагрузок вызывает усиление функциональных возможностей всего организма и приводит повышению экономичности в работе организма человека. Это отражает возможности организма, существенные для данного вида дозированных физических нагрузок [3-5].

Цель исследования – оценка состояния ФСО испытуемых на основе анализа параметров квазиаттракторов сердечно-сосудистой системы испытуемых в условиях дозированной физической нагрузки.

Объекты и методы исследования. Объектом настоящего исследования явились студенты 1-3 курсов ГБОУ ВПО «Сургутский государственный университет ХМАО – Югры» (СурГУ), проживающие на территории округа не менее 5 лет. В зависимости от степени физической активности испытуемых разделили на 2 группы по 30 человек. В первую группу отнесли студентов основной группы здоровья, занимающихся физической культурой в рамках общеобразовательной программы университета. Вторую группу составили студенты СурГУ, профессионально занимающиеся игровыми видами спорта (баскетбол и волейбол).

Обследование студентов производилось неинвазивным методом с помощью пульсоксиметра ЭЛОКС-01 М, разработанного и изготовленного ЗАО ИМЦ «Новые Приборы», г. Самара и дополненного специальным программным продуктом для расчета квазиаттракторов (Л.И. Калакутский, В.М. Еськов, 2003-2009). Специальным фотооптическим датчиком в положении сидя в течение 5 мин регистрировали *уровень оксигенации крови* (SpO_2) *частоту сердечных сокращений* (ЧСС). Далее, по программе [6-9] рассчитывали показатели активности *симпатического* (СИМ) и *парасимпатического* (ПАР) отделов *вегетативной нервной системы* (ВНС), *стандартного отклонения NN-интервалов* (SDNN), *индекса напряжения Баевского*, а также рассчитывали компоненты спектральной мощ-

ности ВСР в высокочастотном (HF, 0,15-0,4 Гц), низкочастотном (LF, 0,04-0,15 Гц) и ультранизкочастотном (VLF, ≤0,04 Гц) диапазонах, а также *величину вагосимпатического баланса* (LF/HF). После выполнения стандартизированной динамической нагрузки (30 приседаний) регистрация продолжалась в течение 5 минут.

Статистическая обработка данных осуществлялась при помощи программного пакета «Statistica 6.1». Анализ соответствия вида распределения полученных данных закону нормального распределения производился на основе вычисления критерия Шапиро-Уилка. Дальнейшие исследования в зависимости от распределения производились методами параметрической и непараметрической статистики (критерий Стьюдента, Вилкоксона, Манна-Уитни). Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез в данном исследовании принимали равным 0,05. Расчет площади S и объемов V квазиаттракторов производился по формуле $V = \prod_{i=1}^{m} \Delta x_i$, где Δx_i – вариационные размахи по i-й координате. В качестве $x_1 = x_1(t)$ бралась функция, которая получена быстрым преобразованием Фурье из набора кардиоинтервалов, а $x_2 = dx_1/dt$ и $x_3 = dx_2/dt$ [3-7].

Таблица 1

Параметры квазиаттракторов кардиоинтервалов у нетренированных и тренированных студентов до и после физической нагрузки (n=30)

	Нетренированные студенты				Тренированные студенты			
	До нагрузки		После нагрузки		До нагрузки		После нагрузки	
	$S\times10^6$	$V\times10^6$	$S\times10^6$	$V\times10^6$	$S\times10^6$	$V\times10^6$	$S\times10^6$	$V\times10^6$
X ср.	**0,072**	**70,353**	**0,099**	**93,465**	**0,152**	**196,351**	**0,157**	**179,811**
Me×10⁶ (5%×10⁶; 95%×10⁶)	0,064 (0,013; 0,182)	53,064 (7,812; 215,747)	0,073 (0,022; 0,240)	64,119 (13,392; 270,300)	0,103 (0,024; 0,506)	104,255 (17,040; 677,504)	0,127 (0,030; 0,342)	102,566 (15,444; 554,364)
p	0,0350	0,054			0,0938	0,198		

Примечание: n – количество обследуемых, S – площадь квазиаттракторов кардиоинтервалов, у.е.; V – объем кардиоинтервалов, у.е.; p – достоверность значимых различий, по критерию Вилкоксона (p>0,05)

Результаты и их обсуждение. В ходе исследований и статистической обработки данных были получены следующие сводные количественные характеристики результатов изменения параметров ССС, представленных в табл. 1.

Проверка данных на соответствие закону нормального распределения оценивалась на основе вычисления критерия Шапиро-Уилка. Выявлено, что параметры *квазиаттракторов* (КА) кардиоинтервалов до и после физической нагрузки для нетренированных и тренированных студентов не описываются законом нормального распределения, поэтому дальнейшие исследования зависимостей производились методами непараметрической статистики.

Первоначально данные были представлены в виде расчета доверительного интервала. Надежность используемых статистических оценок принималась не менее 95%. Однако учитывая, что распределения параметров площадей КА параметров ССС отличается от нормального, то далее все данные были представлены в виде медианы и интерквартильного размаха. Интерквартильный размах указывается в виде 5 и 95% процентилей.

При сравнении между собой параметров КА кардиоинтервалов испытуемых для нетренированных и тренированных студентов (до и после физической нагрузки как для нетренированных студентов, так для тренированных испытуемых) наличие различий между группами при влиянии дозированной физической нагрузки оценивалось с использованием непараметрического критерия Вилкоксона.

Установлено, что у тренированных студентов отсутствуют полностью статистически значимые различия параметров КА кардиоинтервалов до и после физической нагрузки (p>0,05). У нетренированных статистически значимые различия только по

площади (p=0,0350). Для тренированных студентов также различия минимальны.

Анализируя результаты значений площадей КА параметров ССС нетренированных и тренированных студентов до и после дозированной физической нагрузки, представленных в табл. 1, легко видеть, что площади КА для тренированных и нетренированных студентов находятся приблизительно в одном диапазоне значений, как до, так и после физической нагрузки. При сравнении результатов до физической нагрузки как нетренированных, так и тренированных студентов (S_{KA}=0,072×10^6 у.е. и S_{KA}=0,152×10^6 у.е. соответственно) с результатами после физической нагрузки отмечается увеличение площадей КА в 1,4 и 1,03 раза соответственно. Влияние дозированной физической нагрузки увеличивает площадь КА до значения S^1_{KA}=0,099×10^6 у.е. и S^2_{KA}=0,157×10^6 у.е. у нетренированных и тренированных студентов соответственно.

Минимальное значение площади установлено для нетренированных студентов и составляет S_{KA}=0,072×10^6 у.е. Максимальное значение площади КА отмечено у тренированных лиц после физической нагрузки и составляет S_{KA}=0,157×10^6 у.е. Однако, различия в объемах КА для тренированных были минимальны.

Влияние дозированной физической нагрузки изменяет значения параметров КА ССС, о чем свидетельствуют изменения их площадей. Усредненные значения показателей ССС до физической нагрузки испытуемых существенно отличаются от значений показателей после физической нагрузки. Происходит резкое увеличение параметров ССС.

При использовании непараметрического дисперсионного анализа попарного сравнения средних рангов критерия Ньюмана-Кейлса были получены многочисленные таблицы, в которых представлены результаты сравнения средних рангов для двух групп (нетренированные и тренированные студенты до и после физической нагрузки). В качестве примера представлены результаты обработки данных значений нетренированных студентов до и после физической нагрузки в виде матрицы (15×15) кардиоинтервалов по критерию Ньюмана-Кейлса (табл. 2). В нашем случае для представленной табл. 2 только 21 пара выборок не имела статистически достоверных различий у нетренированных студентов. В остальных парах выборки p<0,05. Для тренированных студентов сравнение выборок кардиоинтервалов до и после нагрузки показало, что 10 пар выборок не имели статистически достоверных различий (принадлежат к общей генеральной совокупности).

Таблица 2

Матрица попарных сравнений кардиоинтервалов по критерию Ньюмана-Кейлса нетренированных студентов до и после физической нагрузки

	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	1,00	0,00	0,00
2	0,00		1,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,93	0,00	0,06	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
3	0,00	**1,00**		0,06	0,00	0,00	0,00	0,15	0,00	0,01	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
4	0,00	0,01	**0,06**		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	1,00
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		0,14	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,18	1,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,14**		0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	**0,93**	**0,15**	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	1,00	0,01	0,98	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**1,00**	**0,06**	0,00		0,00	0,00	0,00	0,39	1,00	0,00
10	0,00	**0,06**	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	**1,00**	0,00		0,19	0,06	0,00	0,00	0,00
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	**0,19**		0,00	0,00	0,00	0,00
12	0,00	**1,00**	**1,00**	0,01	0,00	0,00	0,00	**0,98**	0,00	**0,06**	0,00		0,00	0,00	0,00
13	**1,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,18**	0,00	0,00	**0,39**	0,00	0,00	0,00		1,00	0,00
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**1,00**	0,00	0,00	**1,00**	0,00	0,00	0,00	**1,00**		0,00
15	0,00	0,00	0,00	**1,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

Сравнение значений кардиоинтервалов тренированных студентов до и после физической нагрузки в виде матрицы (15×15) представлены в табл.3, которые демонстрируют иные результаты и показывают различия между этими группами.

Из табл. 3 видно, что у тренированных студентов всего 10 пар выборок не имели статистически достоверных различий (p>0,05). Происходит уменьшение сходных пар выборок до и после физической нагрузки сравнительно с нетрениро-

ванными студентами.

Таблица 3

Матрица попарных сравнений кардиоинтервалов по критерию Ньюмана-Кейлса тренированных студентов до и после физической нагрузки

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00
2	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,04	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00
4	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,29
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,06	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	**1,00**	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
9	0,00	0,00	0,00	**1,00**	0,00	0,00	0,00	0,00		1,00	0,06	0,02	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	**1,00**	0,00	**0,06**	0,00	0,00	**1,00**		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,06**	0,00		1,00	0,00	0,00	0,00
12	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	**1,00**		0,00	0,00	0,00
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00
14	**1,00**	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
15	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,29**	0,00	0,00	**1,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

Таблица 4

Матрица идентификации расстояний (Z_{ij}, у.е.) между хаотическими центрами квазиаттракторов спектральных показателей сердечно-сосудистой и вегетативной нервной системы организма нетренированных и тренированных студентов до и после динамической нагрузки в 7-ми мерном фазовом пространстве (частотные параметры) (n=30)

		Нетренированные студенты		Тренированные студенты	
		До нагрузки	После нагрузки	До нагрузки	После нагрузки
Нетренированные студенты	До нагрузки	0	77 090,96	19 088,72	20 684,21
	После нагрузки	77 090,96	0	***91 171,13***	***92 660,35***
Тренированные студенты	До нагрузки	**19 088,72**	91 171,13	0	1 754,86
	После нагрузки	**20 684,21**	92 660,35	1 754,86	0
∑		116 863,89	**260 922,44**	*112 014,71*	**115 099,42**

Примечание: m – размерность ФПС, ∑ – суммарный показатель межаттракторных расстояний (у.е.).

В выборках нетренированных студентов до физической нагрузки было выявлено 20 пар (p>0,05), после нагрузки – 21 пара, а для группы тренированных студентов до физической нагрузки 21 пара выборок соответственно не имели существенных различий, а после нагрузки – 12 пар (p>0,05). Такое число сходных пар для всех сравнений демонстрируют разную возможность их принадлежности к общей генеральной совокупности. Очевидно, что до нагрузки парное сравнение выборок показывает сходный результат (20 и 21 пара). Однако, после нагрузки у тренированных картина резко изменилась. Выборки кардиоинтервалов стали другими, а число совпадений резко уменьшилось (в 2 раза от исходного).

В табл. 4 представлен весь набор межаттракторных расстояний Z_{ij} (у.е.) между центрами хаотических квазиаттракторов для нетренированных и тренированных испытуемых. Минимальное межаттракторное расстояние Z_{ij} выявлено при сравнении тренированных лиц до и после физической нагрузки (1 754,86 у.е. соответственно). Наибольшие различия в сдвигах адаптационных реакций наблюдались у испытуемых нетренированных и тренированных после нагрузки и нетренированных до и после нагрузки, что подтверждалось величиной межаттракторных расстояний этих групп (92 661,44 и 77 090,96 у.е. соответственно). При сравнении нетренированных и тренированных испытуемых до и после нагрузки величина

межаттракторных расстояний у нетренированных лиц в 43 раза больше. Величина межаттракторных расстояний после нагрузки у нетренированных и тренированных испытуемых в 4, 9 раз больше, чем показатель до физической нагрузки этих испытуемых.

Анализ расстояний Z_{ij} между хаотическими центрами КА спектральных показателей ССС и ВНС у исследуемых 2-х групп демонстрирует (табл. 4): до динамической нагрузки расстояние составило 19088,72 у.е., после выполненной нагрузки расстояние между хаотическими центрами увеличилось в 4,9 раз, и составило 92660,35 у.е.

В результате расчета матриц межаттракторных расстояний Z_{ij} между центрами хаотических КА нетренированных и тренированных испытуемых (табл. 4) необходимо отметить, что по сумме столбцов суммарный показатель межаттракторных расстояний между хаотическими (геометрическими) центрами КА у нетренированных лиц до нагрузки и у тренированных лиц до и после нагрузки сопоставим по своему значению, а у нетренированных лиц после нагрузки он в 2,3 раза больше по сравнению с тренированными.

Заключение. Сравнительный анализ параметров КА вектора состояния организма нетренированных и тренированных студентов показал, что у тренированных студентов до физической нагрузки КА имеют больший объем и площадь (параметры ССС разбросаны в более широком диапазоне), нежели у нетренированных испытуемых. После физической нагрузки наоборот объемы КА вектора состояния организма тренированных испытуемых становятся меньше, чем у нетренированных испытуемых, т.е. диапазон разброса показателей динамики параметров ССС в ответ на нагрузку у нетренированных студентов увеличился и стал шире. Характер этих реакций и параметры поведения вектора состояния организма в фазовом пространстве состоянии на фоне дозированной физической нагрузки определяются в большей степени уровнем физической тренированности студентов, степенью согласованности механизмов на уровне ВНС. Оценивая параметры КА нетренированных студентов можно заключить, что у них физическая нагрузка вызывает состояние рассогласования, при котором для обеспечения нормального функционирования организма требуется чрезмерное напряжение и последующая перестройка регулирующей системы. Иными словами, система регуляции кардиоинтервалов у тренированных студентов работает по-другому и это другое с позиций стохастики оценивается двойным уменьшением числа «совпадений» пар выборок. Это косвенно может также давать оценку хаотической динамике КРС, что приближает биосистемы к динамике квантовых объектов и принципу Гейзенберга [8,9].

Литература

1. Анохин П.К. Кибернетика функциональных систем. М.: Медицина.– 1998.– С. 256–265.

2. Белоцерковский З.Б., Любина Б.Г., Койдинова Г.А. Особенности сердечной деятельности и физическая работоспособность у спортсменов с изменениями процесса реполяризации желудочков сердца // Физиология человека.– 2009.– Т. 35, №1.– С. 90–100.

3. Еськов В.М., Козлова В.В., Глущук А.А., Попова Н.Б., Климов О.В. Сравнительный анализ физиологических показателей организма тренированных и нетренированных студентов Югры статистическими и синергетическими методами // Вестник новых медицинских технологий.– 2008.– Т.15, № 3.– С. 35–38.

4. Еськов В.М., Логинов С.И., Мальков М.Н., Снигерев А.С. Влияние физических упражнений на параметры функциональных систем организма человека в условиях Севера РФ: синергетический подход // Теория и практика физической культуры.– 2009.– №12.– С. 32–35.

5. Еськов В.М., Козлова В.В., Голушков В.Н., Еськов В.В. Сравнение параметров квазиаттракторов поведения вектора состояния организма тренированных и нетренированных студентов // Теория и практика физической культуры.– 2011.– №10.– С. 92–94.

6. Еськов В.М., Хадарцев А.А., Несмеянов А.А., Фудин Н.А., Кожемов А.А.

Принципы тренировки спортсменов на основе теории хаоса и самоорганизации. // Теория и практика физической культуры.– 2013.– №9.– С. 87–94.

7. Козупица Г.С., Логинов С.И., Еськов В.М. оценка типов телосложения женщин, занимающихся шейпингом // Теория и практика физической культуры.– 2010.– №7.– С. 38–41.

8. Коваленко Л.В., Козупица Г.С., Есков В.В., Степанова Д.И. Оценка эффективности проведения физиотерапевтических мероприятий методами многомерных фазовых пространств // Вестник новых медицинских технологий.– 2012.– Т. 19, №2.– С. 423–424.

9. Литовченко О.Г., Нифонтова О.Л. Некоторые показатели сердечно сосудистой системы уроженцев среднего Приобья 7-20 лет // Вестник Оренбургского государственного университета.– 2010.– №1(107).– С. 115–119.

10. Нифонтова О.Л., Литовченко О.Г., Гудков А.Б. Показатели центральной и переферической гемодинамики детей коренной народности севера // Экология человека.– 2010.– №1.– С. 28–32.

11. Нифонтова О.Л., Привалова А.Г., Малинкин С.В., Химикова О.И. Биоинформационный анализ функционального состояния сердечно-сосудистой системы у школьников – коренных жителей Югры // Вестник новых медицинских технологий. 2012. Т. 19, №2.– С. 422–423.

12. Логинов С.И., Ефимова Ю.С., Апокин В.В. Постуральный тремор и стрельба из винтовки с позиций теории хаоса и самоорганизации сложных систем: обзор литературы // Теория и практика физической культуры.– 2013.– №1.– С. 85–93.

13. Хадарцев А.А., Фудин Н.А., Орлов В.А. Медико-биологические технологии в спорте.– Москва: Изд-во «Известия», 2011.– 460 с.

14. 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.– № 3.– С. 5–6.

15. Eskov V.M., Eskov V.V., Filatova O.E. Characteristic features of measurements and modeling for biosystems in phase spaces of states // Measurement Techniques (Medical and Biological Measurements). 2011.– V. 53 (12).– P. 1404–1410.

16. Eskov V.M., Gavrilenko T.V., Kozlova V.V., Filatov M.A. Measurement of the dynamic parameters of microchaos in the behavior of living biosystems // Measurement Techniques.– 2012.– Vol. 55.– № 9.– p. 1096–1100.

17. Eskov V.M., Eskov V.V., Filatova O.E., Filatov M.A. Two types of systems and three types of paradigms in systems philosophy and system science // Journal of Biomedical Science and Engineering.– 2012.– Vol. 5, № 10.– P. 602–607.

18. Eskov V.M., Eskov V.V., Gavrilenko T.V., Zimin M.I. Uncertainty in the Quantum Mechanics and Biophysics of Complex Systems // Moscow University Physics Bulletin. 2014.– Vol. 69, No. 5.– P. 406–411

References

1. Anokhin PK. Kibernetika funktsional'nykh sistem. Moscow: Meditsina;1998. Russian.

2. Belotserkovskiy ZB, Lyubina BG, Koydinova GA. Osobennosti serdechnoy deyatel'nosti i fizicheskaya rabotosposob-nost' u sportsmenov s izmeneniyami pro-tsessa repolyarizatsii zheludochkov serdtsa. Fiziologiya cheloveka. 2009;35(1):90-100. Russian.

3. Es'kov VM, Kozlova VV, Glushchuk AA, Popova NB, Klimov OV. Sravnitel'-nyy analiz fiziologicheskikh pokazateley organizma trenirovannykh i netrenirovan-nykh studentov Yugry statisticheskimi i sinergeticheskimi metodami [Difference analysis of physiology student organism parameters with physical training and without according to synergetic and stochastic approaching]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2008;15(3):35-8. Russian.

4. Es'kov VM, Loginov SI, Mal'-kov MN, Snigerev AS. Vliyanie fiziche-skikh uprazhneniy na parametry funktsio-nal'nykh sistem organizma cheloveka v us-loviyakh Severa RF: sinergeticheskiy podkhod. Teoriya i

praktika fizicheskoy kul'tury. 2009;12:32-5. Russian.

5. Es'kov VM, Kozlova VV, Golushkov VN, Es'kov VV. Sravnenie parametrov kvaziattraktorov povedeniya vektora sostoyaniya organizma trenirovannykh i netrenirovannykh studentov. Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury. 2011;10:92-4. Russian.

6. Es'kov VM, Khadartsev AA, Nesmeyanov AA, Fudin NA, Kozhemov AA. Printsipy trenirovki sportsmenov na os-nove teorii khaosa i samoorganizatsii. Teo-riya i praktika fizicheskoy kul'tury. 2013;9:87-94. Russian.

7. Kozupitsa GS, Loginov SI, Es'-kov VM. otsenka tipov teloslozheniya zhen-shchin, zanimayushchikhsya sheypingom. Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury. 2010;7:38-41. Russian.

8. Kovalenko LV, Kozupitsa GS, Eskov VV, Stepanova DI. Otsenka effektiv-nosti provedeniya fizioterapevticheskikh meropriyatiy metodami mnogomernykh fazo-vykh prostranstv [Assessment of efficiency of carrying out of physiotherapy realization by methods of multidimensional phase spaces]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2012;19(2):423-4. Russian.

9. Litovchenko OG, Nifontova OL. Nekotorye pokazateli serdechno sosudi-stoy sistemy urozhentsev srednego Priob'ya 7-20 let. Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta. 2010;1(107):115-9. Russian.

10. Nifontova OL, Litovchenko OG, Gudkov AB. Pokazateli tsentral'noy i perefericheskoy gemodinamiki detey koren-noy narodnosti severa. Ekologiya cheloveka. 2010;1:28-32. Russian.

11. Nifontova OL, Privalova AG, Malinkin SV, Khimikova OI. Bioinformatsionnyy analiz funktsional'nogo sostoyaniya serdechno-sosudistoy sistemy u shkol'nikov – korennykh zhiteley Yugry [Bioinformative analysis of the functional state of serdechno-sosudistoy system for schoolboys – natives of ugra]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2012;19(2):422-3. Russian.

12. Loginov SI, Efimova YuS, Apo-kin VV. Postural'nyy tremor i strel'ba iz vintovki s pozitsiy teorii khaosa i samoorganizatsii slozhnykh sistem: obzor literatury. Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury. 2013;1:85-93. Russian.

13. Khadartsev AA, Fudin NA, Orlov VA. Mediko-biologicheskie tekhnologii v sporte. Moscow: Izd-vo «Izvestiya»; 2011. Russian.

14. Es'kov VM, Filatova OE, Fudin NA, Khadartsev AA. Novye metody izucheniya intervalov ustoychivosti biologicheskikh dinamicheskikh sistem v ramkakh kompartmentno-klasternogo podkhoda [New methods of investigation of biological dynamic systems' stability according to compartmental-cluster approach]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2004;3:5-6. Russian.

15. Eskov VM, Eskov VV, Filatova OE. Characteristic features of measurements and modeling for biosystems in phase spaces of states. Measurement Techniques (Medical and Biological Measurements). 2011;53(12):1404-10.

16. Eskov VM, Gavrilenko TV, Kozlova VV, Filatov MA. Measurement of the dynamic parameters of microchaos in the behavior of living biosystems. Measurement Techniques. 2012;55(9):1096-100.

17. Eskov VM, Eskov VV, Filatova OE, Filatov MA. Two types of systems and three types of paradigms in systems philosophy and system science. Journal of Biomedical Science and Engineering. 2012;5(10):602-7.

18. Eskov VM, Eskov VV, Gavrilen-ko TV, Zimin MI. Uncertainty in the Quantum Mechanics and Biophysics of Complex Systems. Moscow University Physics Bulletin. 2014;69(5):406-11.