

I. БИОМЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ И СИНЕРГЕТИКА

DOI: 10.12737/13559

СТОХАСТИЧЕСКИЙ И ХАОТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ПАРАМЕТРОВ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ ДЕТЕЙ ЮГРЫ В УСЛОВИЯХ ШИРОТНЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ

Д.Ю. ФИЛАТОВА, А.А. СОКОЛОВА, Д.В. СИНЕНКО, Л.С. ШАКИРОВА

БУ ВО «Сургутский государственный университет», ул. Ленина, 1, Сургут, Россия, 628400

Аннотация. Изучались параметры сердечно-сосудистой системы детей Югры, которые были подвержены климатическим и терапевтическим воздействием (лечение в условиях санатория на Юге РФ. Исследовалась группа мальчиков (26 человек) по критерию Фридмана и Вилкоксона (непараметрическое распределение) в четырех экологических состояниях. Установлено, что имеются различия между 4-м состоянием и предшествующим по ряду признаков. Однако, в рамках расчёта параметров квазиаттракторов (объёмов) различия весьма существенные и исчисляются двумя порядками (в 1-м состоянии $\sim 10^{31}$ и далее $\sim 10^{29}$). Доказано, что методы теории хаоса самоорганизации обеспечивают чёткое различие между состояниями функций сердечно-сосудистой системы детей в 4-х состояниях. При этом обычная статистика показывает низкую эффективность (можно сказать, что лечение не даёт существенных эффектов).

Ключевые слова: вегетативная нервная система, сердечно-сосудистая система, функциональные системы организма, критерий Вилкоксона.

STOCHASTIC AND CHAOTIC DYNAMICS ANALYSIS OF THE PARAMETERS OF CCC CHILDREN OF UGRA IN TERMS OF LATITUDINAL DISPLACEMENTS

D.YU. FILATOVA, A.A. SOKOLOVA, D.V. SINENKO, L.S. SHAKIROVA

Surgut state University, Lenin pr., 1, Surgut, Russia, 628400

Abstract. We studied the parameters of CCC children Yugra, which were affected by climate and therapeutic effect (treatment in the sanatorium in the South of Russia. Studied a group of boys (26) according to the criterion of Friedman and Wilcoxon (nonparametric distribution) in four environmental conditions. It is established that there are differences between the 4th condition and previous for a number of features. However, in the context of calculation of parameters of quasi-attractors (volume) differences are quite substantial and are estimated in two orders (1-m $\sim 10^{31}$ and then $\sim 10^{29}$). It is proved that the methods of chaos theory of self-organization provide a clear distinction between the functions of CCC children in 4 States. The usual statistics shows low efficiency (we can say that the treatment did not give significant effects).

Key words: the autonomic nervous system, cardiovascular system, functional systems of the body, the Wilcoxon test.

Введение. Изучение адаптационных возможностей организма человека к экофакторам Севера РФ составляет основу экологии человека в условиях проживания в северных регионах РФ. Специфика организма человека на Севере проявляется в

особенностях регуляции функциональных систем организма (ФСО) человека, в особом (близком к патологическому) состоянии нейротрансмитерных систем и нейровегетативного системного комплекса (вегетативной нервной системы – ВНС) в целом.

Рассогласование параметров ФСО под действием повышенной учебной нагрузки приводит к возникновению донологических форм у детей, которые могут привести к серьёзным патологиям в будущем у конкретного молодого жителя Югры.

В соответствии с вышеизложенным целью настоящего сообщения является исследование динамики изменения функциональных систем организма (ФСО) детей работников «Сургутнефтегаз» на примере сердечно-сосудистой системы (ССС) в условиях широтного перемещения. При этом ставится задача сравнения возможностей стохастики и теории хаоса в описании ССС.

1. Объект и методы исследования.

Исследования проводились в марте 2007 года на побережье Чёрного моря. С помощью метода вариационной пульсоксиметрии были получены данные о состоянии ССС детей работников ООО «Сургутнефтегаз» в условиях широтного перемещения. Тестирование выполнялось в 4-х разных временных промежутках: до отъезда детей в санаторий, по приезду на отдых, в конце отдыха и непосредственно по возвращению в Сургут. В каждом временном промежутке (1-4 срезе исследования) было обследовано по 26 человек мальчиков.

Регистрация параметров ССС обследуемых производилась в тринадцатимерном фазовом пространстве состояний вектора состояния ССС (ВСС) в виде $x=x(t)=(x_1, x_2, \dots, x_m)^T$, где $m=13$. Эти координаты x_i состояли из: x_1 – СИМ – показатель активности симпатического отдела вегетативной нервной системы (ВНС), у.е.; x_2 – PAR – показатель активности парасимпатического отдела ВНС, у.е.; x_3 – SSS – число ударов сердца в минуту; x_4 – SDNN – стандартное отклонение измеряемых кардиоинтервалов, мс; x_5 – INB – индекс напряжения (по Р.М. Баевскому); x_6 – SpO₂ – уровень оксигенации крови (уровень оксигемоглобина); x_7 – VLF – спектральная мощность очень низких частот, мс²; x_8 – LF – спектральная мощность низких частот, мс²; x_9 – HF – спектральная мощность высоких частот, мс²; x_{10} – Total – общая спектральная мощность, мс²; x_{13} – LF (p) – низкочастотный компонент спектра в норма-

лизованных единицах; x_{12} – HF (p) – высокочастотный компонент спектра в нормализованных единицах; x_{13} – LF/HF – отношение низкочастотной составляющей к высокочастотной.

Статистический расчет полученных данных проводился с помощью программного продукта *Statistica Version 6.1*. Проверка данных на соответствие закону нормального распределения оценивалась на основе вычисления критерия Шапиро-Уилка. При применении критерия Шапиро-Уилка за нулевую гипотезу принимается гипотеза о том, что изучаемое распределение не отличается от нормального, значит, если достигнутый уровень значимости при проверке гипотезы будет меньше, чем критический уровень значимости (p обычно 0,05), то нулевая гипотеза о сходстве распределений отвергается, значит, распределение отличается от нормального. Соответственно, если $p>0,05$, то распределение не отличается от нормального.

2. Результаты исследований и их обработка. Выявлено, что не все параметры *вариабельностью сердечного ритма* (ВСР), характеризующиеся, описываются законом нормального распределения (табл. 1), поэтому дальнейшие исследования зависимостей производились методами непараметрической статистики. Такие данные не рекомендуется описывать с помощью среднего арифметического и стандартного отклонения, которые сильно подвержены влиянию крайних вариантов.

Медиана значительно меньше подвержена такому воздействию, а потому она рекомендуется для описания асимметричных распределений. В качестве мер рассеяния рекомендуется использовать процентиля (5-й и 95-й). В связи с этим параметры ВСР ($m=13$) мальчиков при широтных перемещениях (табл. 2 и 3) представлены в виде медиан и интерпроцентильного размаха.

Наличие различий между четырьмя группами (при широтных перемещениях) мальчиков в целом оценивалось с помощью критерия Фридмана ($p<0,00000$) и только после обнаружения таковых проводились попарные сравнения с помощью непараметрического критерия Вилкоксона (табл. 4).

Таблица 1

Результат проверки распределения переменных ВСР мальчиков ($n=26$) при широтных перемещениях 1 этап исследования (до приезда в санаторий) с помощью статистического критерия Шапиро – Уилка

Признаки x_i	До отъезда в ЮН			По приезду в ЮН			Отъезд из ЮН			Приезд в Сургут		
	W	Шап.- Уил. P		W	p		W	p		W	p	
SIM	0,927	0,065		0,764	0,000	NN	0,895	0,012	NN	0,764	0,0001	NN
PAR	0,976	0,782		0,962	0,439		0,972	0,677		0,968	0,570	
SSS	0,713	0,0001	NN	0,918	0,041	NN	0,982	0,905		0,908	0,023	NN
SDNN	0,945	0,178		0,953	0,279		0,967	0,542		0,968	0,579	
INB	0,911	0,028	NN	0,810	0,000	NN	0,873	0,004	NN	0,735	0,0001	NN
S _p O ₂	0,256	0,0001	NN	0,873	0,004	NN	0,364	0,0001	NN	0,790	0,0001	NN
VLF	0,921	0,049	NN	0,866	0,003	NN	0,955	0,310		0,852	0,002	NN
LF	0,872	0,004	NN	0,756	0,0001	NN	0,853	0,002	NN	0,827	0,001	NN
HF	0,824	0,0001	NN	0,799	0,0001	NN	0,866	0,003	NN	0,807	0,0001	NN
Total	0,889	0,009	NN	0,823	0,0001	NN	0,960	0,395		0,841	0,001	NN
LF	0,939	0,131		0,974	0,722		0,968	0,561		0,975	0,753	
HF	0,946	0,190		0,974	0,722		0,968	0,561		0,975	0,753	
LF/HF	0,799	0,0001	NN	0,734	0,0001	NN	0,711	0,0001	NN	0,847	0,001	NN

Примечание: p – достигнутый уровень значимости при проверке типа распределения (на нормальность) с помощью критерия Шапиро-Уилка (при критическом уровне значимости принятым равным $p>0,05$)

Таблица 2

Результаты статистической обработки интегральных показателей ВСР мальчиков ($n=26$) при широтных перемещениях, представленные в Me и 5% процентиль, 95% процентиль

Признаки x_i	До отъезда в ЮН			По приезду в ЮН			Отъезд из ЮН			Приезд в Сургут		
	Me	Проц. 5%	Проц. 95%	Me	Проц. 5%	Проц. 95%	Me	Проц. 5%	Проц. 95%	Me	Проц. 5%	Проц. 95%
SIM	2	0	6	2	1	9	3	1	6	1,5	0	5
PAR	14	7	20	13	5	20	14	6	21	16	8	25
SSS	85	72	91	84	78	104	84,5	72	97	83	64	90
SDNN	56	31	93	56	29	81	54,5	27	85	63	34	112
INB	34	13	81	31	13	120	31,5	15	94	23,5	9	70
S _p O ₂	98	94	99	98	96	99	98	97	99	98	95	99

Таблица 3

Результаты статистической обработки спектральных компонентов ВСР мальчиков ($n=26$) при широтных перемещениях, представленные в Me и 5% процентиль, 95% процентиль

Признаки x_i	До отъезда в ЮН			По приезду в ЮН			Отъезд из ЮН			Приезд в Сургут		
	Me	Проц. 5%	Проц. 95%	Me	Проц. 5%	Проц. 95%	Me	Проц. 5%	Проц. 95%	Me	Проц. 5%	Проц. 95%
VLF	2024	532	5044	2410,5	956	7314	2603,5	652	4963	3182,5	1273	10358
LF	2869	916	7884	3044,5	1020	7147	3117	626	6320	3212,5	1170	14482
HF	2321,5	407	8139	2239,5	296	5537	1892	433	7425	3014,5	482	12862
Total	7146,5	3101	17425	7906	3072	16560	8277	1912	16331	10593,5	3738	34527
LF	51,5	33	82	60,5	30	85	59,5	29	84	60	31	81
HF	48	18	60	39,5	15	70	40,5	16	71	40	19	69
LF/HF	1,16	0,61	3,68	1,54	0,42	5,84	1,46	0,42	5,35	1,52	0,44	4,31

Таблица 4

Результаты сравнения параметров ВСП мальчиков при широтных перемещениях, с помощью критерия Вилкоксона (при критическом уровне значимости принятым равным $p < 0,05$)

Группы сравнения Признаки x_i	1 и 2	1 и 3	1 и 4	2 и 3	2 и 4	3 и 4
SIM1 & SIM2	0,131	0,550	0,327	0,324	0,018	0,171
PAR1 & PAR2	0,134	0,745	0,014	0,269	0,007	0,017
SSS1 & SSS2	0,149	0,751	0,055	0,258	0,007	0,058
SDNN1 & SDNN2	0,716	0,770	0,030	0,839	0,026	0,042
INB1 & INB2	0,454	0,687	0,052	0,542	0,014	0,071
S_{pO1} & S_{pO2}	0,266	0,039	0,950	0,201	0,397	0,184
VLF1 & VLF2	0,280	0,485	0,005	0,889	0,454	0,182
LF1 & LF2	0,638	0,949	0,069	0,770	0,174	0,159
HF1 & HF2	0,732	0,800	0,073	0,790	0,028	0,238
TOTAL1 & TOTAL2	0,620	0,292	0,011	0,869	0,144	0,182
LFN1 & LFN2	0,151	0,477	0,761	0,238	0,238	0,761
HFN1 & HFN2	0,402	0,809	0,899	0,238	0,238	0,761
LF/HF1 & LF/HF2	0,367	0,551	0,713	0,316	0,258	0,534

За нулевую принимается гипотеза об отсутствии различий в параметрах ВСП между группами мальчиков при широтных перемещениях. Проведенный анализ с использованием критерия Вилкоксона, как видно из табл. 4 показал, что по исследуемым параметрам между группами 1 и 2 нет различий, в группе 1 и 3 статистически значимых различий почти не выявлено, исключением является параметр $x_6 - S_{pO_2}$ при $p < 0,05$, аналогично для групп 1-4 и 2-3. Но последние колонки (2-4 и 3-4) показывают различия ($p < 0,05$) по ряду параметров x_i (особенно 2-4).

Дальше использовались методы расчёта параметров квазиаттракторов поведения параметров ССС мальчиков в условиях широтных перемещений. Значения показателя асимметрии R_x и общего объёма многомерного параллелепипеда V_{valeu} получены в результате обработки статистических данных в программе Identity 4. Графики, отражающие положение аттракторов вектора состояния организма мальчиков, получены в 3-х мерном пространстве по трём параметрам (СИМ, ПАР, ИНБ).

Производился расчёт координат гра-

ней, их длины и объёма 13-ти мерного параллелепипеда, ограничивающего аттрактор поведения вектора состояния организма человека, хаотический и стохастический центры, а также коэффициент асимметрии стохастического и хаотического центров. Этот метод позволяет проследить изменения фазовых характеристик во времени и скорость изменения состояний функциональных систем.

Исследования заканчивались построением графиков и расчётом показателей с занесением в специальный файл ЭВМ. Эти файлы накапливались и обрабатывались по группам с учётом статистических параметров. В подсчётах ре-

зультатов использовали критерий Стьюдента с доверительной вероятностью $\beta = 0,95$.

Показатели параметров аттракторов у мальчиков более стабильны во всех трёх этапах исследования. Представим сравнения: активность симпатического отдела составляет 3,79 усл. ед. в 1-м этапе исследования и 3,32 усл. ед. в 3-м. Как видно из данной таблицы, в 4-м этапе исследования, т. е. по приезду детей в г. Сургут, показатели симпатической системы абсолютно одинаковы – 3,55 усл. ед., активность парасимпатического отдела всего лишь на 1 единицу увеличилась в 3-м этапе исследования и составила 13,42 усл. ед., а в 1-м и 4-м этапах исследования 12,53 и 12,91 усл. ед. соответственно. Показатели *индекса Баевского* (ИНБ) увеличены в 4-м срезе – 56,52 усл. ед., но практически одинаковы в 1-м (47,55 усл. ед.) и 3-м (48,42 усл. ед.). Не изменяется так же и *частота сердечных сокращений* (ЧСС), которая во всех этапах исследования составляет примерно 87 ударов в минуту.

По результатам использования запатентованной программы были получены данные квазиаттракторов по параметрам

кардио-респираторной системы, представляющие размеры каждого из интервалов Δx_i для соответствующих параметров порядка x_i и показатели асимметрии (Asymmetry), итоговые значения (по всем координатам) показателя асимметрии (rX) и общий объем многомерного параллелепипеда V (General V value), которые дают представления о параметрах кардио-респираторной системы.

Из табл. 5 видно, что изменения параметров объёмов аттракторов происходит только в 1-м срезе – $7,18 \cdot 10^{31}$. Во 2-м и 3-м этапах исследования эти показатели имеют следующие значения – $7,04 \cdot 10^{29}$ и $3,92 \cdot 10^{29}$, что на 2 порядка ниже 1-го среза.

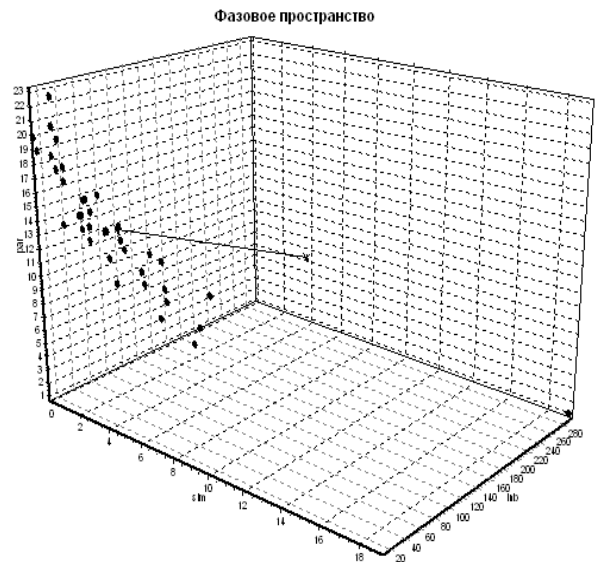
Таблица 5

Результаты обработки в 13-мерном фазовом пространстве данных аттрактора по параметрам кардио-респираторной системы (мальчики)

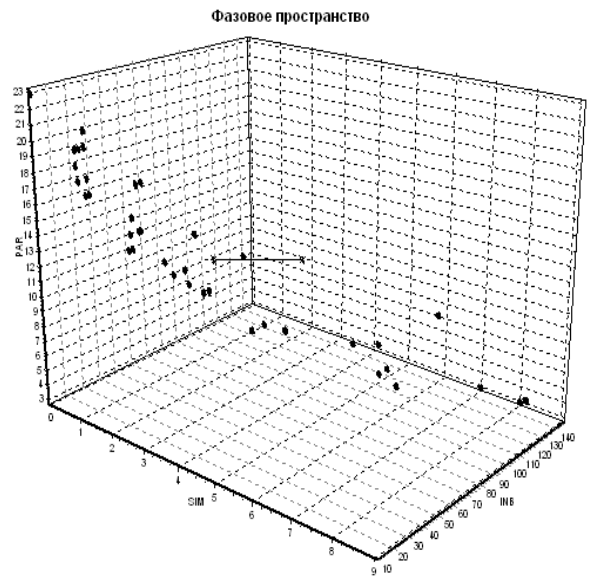
Тестирование 1	Тестирование 3
N=38 m=13 General asymmetry value rX = 7265.1151 General V value: 7.182152e+031	N=38 m=13 General asymmetry value rX = 9325.4527 General V value: 7.046299e+029
Тестирование 2	Тестирование 4
N=38 m=13 General asymmetry value rX = 4917.3025 General V value : 3.923514e+029	N=27 m=13 General asymmetry value rX = 7804.1603 General V value : 6.510548e+029

Для того, чтобы лучше понять данные табл. 5, воспользуемся рис. 1 и 2.

На рис. 1 и 2 представлен 3-х мерный параллелепипед, в котором располагается некоторое количество точек, в нашем случае это координаты по трём измерениям (СИМ, ПАР, ИНБ). Дело в том, что графически можно показать только 3-х мерное фазовое пространство. Но программа внутри себя строит m -мерный параллелепипед, внутри которого и располагаются все измерения, которые мы задаём.



а



б

Рис. 1. Показатели параметров аттракторов вектора состояния организма человека (ВСОЧ) мальчиков в 3-х мерном фазовом пространстве состояний (СИМ, ПАР, ИНБ) у детей в 1и 3 этапе исследования (мальчики).
Здесь: а – показатели параметров в 1-ом этапе исследования; б – показатели параметров в 3-ем этапе исследования

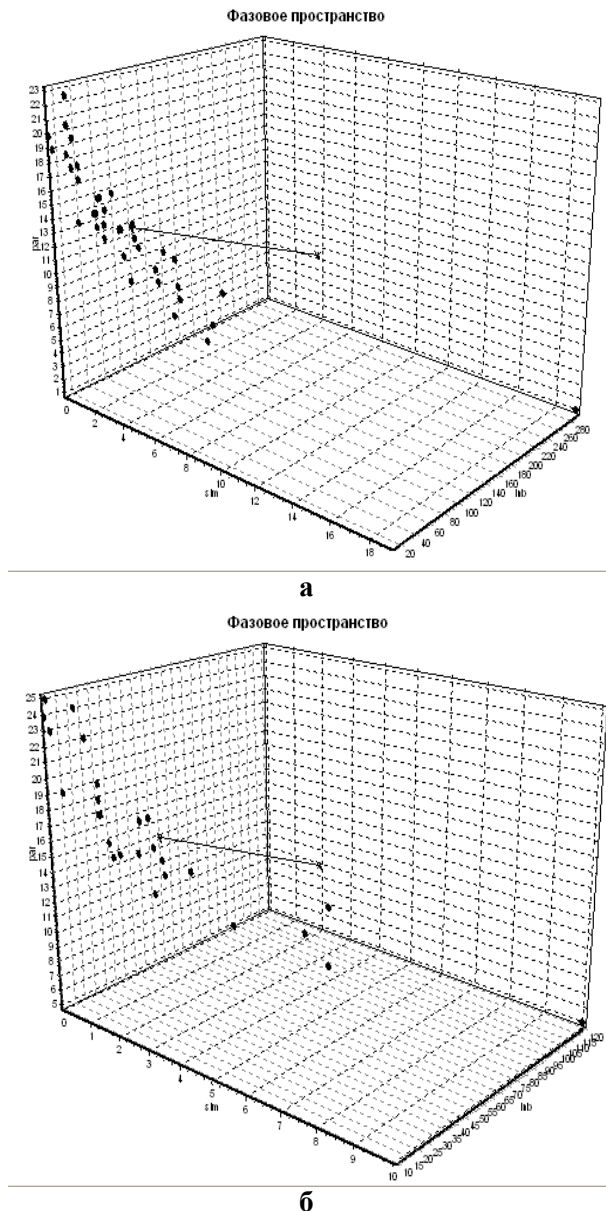


Рис. 2. Показатели параметров аттракторов вектора состояния организма человека (ВСОЧ) мальчиков в 3-хмерном фазовом пространстве состояний (СИМ, ПАР, ИНБ) у детей в 1 и 4 этапе исследования (мальчики). Здесь: а – показатели параметров в 1-ом этапе исследования; б – показатели параметров в 4-ом этапе исследования.

У нас программа строила параллелепипед с $m=13$ (СИМ, ПАР, ЧСС, ИНБ, SPO_2 , VLF, LF, HF, Total, LF и HF (уже в процентах), SDNN).

Программа по крайним точкам определяет объем параллелепипеда V (General V value) и автоматически определяет его геометрический центр. Как видно из данного рисунка, множество точек сконцентрировано в определённой области параллелепипеда

да, и программа вычисляет центр этого множества точек, так называемый стохастический центр. Расстояние между стохастическим и хаотическим центрами (rX) – есть мера хаотичности системы, т. е. чем больше расстояние (rX), тем больше система отклоняется от состояния равновесия. Как видно, объёмы параметров так же отличаются: чем больше объём, тем менее стабильна наша система.

Рассмотрим данные табл. 5. Из этой таблицы видно, что расстояния rX во всех этапах исследования различны; только в 1-м и 4-м этапах исследования показатели rX примерно одинаковы. Так, в 1-м срезе $rX = 7265,12$ усл. ед., во 2-м – 4917,30 усл. ед., 3-м – 9325,45 усл. ед. и в 4-м – 7804,16 усл. ед. Не сложно заметить, что мера хаотичности системы во всех этапах исследования различна, т.е. сначала уменьшается, а затем резко увеличивается (в 3-м срезе). Это говорит о том, что организм детей в конце санаторного отдыха находится в определенном стрессорном состоянии.

А объёмы V параллелепипедов в 1-м и 4-м срезах одинаковы, они одного порядка (+ 029). Тогда как в 1-м и 3-м этапах исследования, как уже отмечалось выше, объёмы аттракторов различны: в 1-м срезе объём V параллелепипеда на два порядка выше и составил + 031, чем в 3-м (+ 029). Из этого можно сделать вывод, что в 1-м и 4-м этапах исследования система находится в стабильном состоянии. А по данным в 1-м и 3-м тестированиях, очевидно, что функциональная система организма детей испытывает некоторый стресс.

В целом, статистический анализ (с выявлением уровня значимости полученных данных) давал иногда похожие результаты. Например, уровень насыщения крови кислородом (SPO_2) – практически все дети имели по этому показателю 98-99%. А это говорит о том, что дети находятся на максимуме возможностей своего организма. В частности, если брать результаты этого теста в 1-м и 4-м этапах исследования по различиям в гендерном плане, мы видим изменения от 0,1 до 0,2 усл. ед., которое опять же констатирует факт, что период отдыха был слишком мал, т. е. данный период са-

наторного лечения со сменой климата для этих детей явился эпизодическим. И, если не повторять такие выезды регулярно (хотя бы 4 раза в год и не на 2 недели), то впоследствии такие мероприятия теряют оздоровительный характер.

Выводы:

1. При общем ранжировании данных (не учитывая гендерные различия), т. е. при выделении значимых признаков по всем 4-м этапам исследований, не получено существенных отличий в динамике показателей по всем проведенным тестам. Это говорит о том, что за столь короткий промежуток времени (2 недели) отдыха не произошло значимых перестроек в организме ребенка, т. к. основная масса детей пребывала в длительном тоническом (псевдонорме) состоянии, которое, как правило, снижает возрастные барьеры патологий и, как следствие, ребенок часто болеет.

2. С помощью метода идентификация параметров функциональной системы организма в *m*-мерном фазовом пространстве мы смогли показать, что кратковременное лечение в санатории на побережье Черного моря сужает размеры квазиаттрактора вектора состояний организма человека и частично нормализует показатели кардиореспираторной системы детей 7-14 лет. Существенно, что статистика менее информативна, чем методы ТХС в виде квазиаттракторов.

Литература

1. Буров И.В., Филатов М.А., Поскина Т.Ю., Стрельцова Т.В. Динамика параметров психофизиологических функций человека в условиях трансширотных перемещений // Сложность. Разум. Постнеклассика.– 2015.– № 1.– С. 95–102.

2. Ведясова О.А., Еськов В.М., Филатова О.Е. Системный компартментно-кластерный анализ механизмов устойчивости дыхательной ритмики млекопитающих.– Самара: Офорт, 2005.– 198 с.

3. Ведясова О.А., Еськов В.М., Живогляд Р.Н., Зуевская Т.В., Попов Ю.М. Соотношение между детерминистскими и хаотическими подходами в моделировании синергизма и устойчивости работы дыха-

тельного центра млекопитающих // Вестник новых медицинских технологий.– 2005.– Т. 12, № 2.– С. 23–24.

4. Еськов В.В., Еськов В.М., Карпин В.А., Филатов М.А. Синергетика как третья парадигма, или понятие парадигмы в философии и науке // Философия науки.– 2011.– № 4.– С. 126–128.

5. 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.

6. Еськов В.М., Назин А.Г., Русак С.Н., Филатова О.Е., Хадарцева К.А. Системный анализ и синтез влияния динамики климато-экологических факторов на заболеваемость населения Севера РФ // Вестник новых медицинских технологий.– 2008.– Т. 15, № 1.– С. 26–29.

7. 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.

8. Еськов В.М., Еськов В.В., Филатова О.Е., Хадарцев А.А. Особые свойства биосистем и их моделирование // Вестник новых медицинских технологий.– 2011.– Т. 18, № 3.– С. 331–332.

9. Еськов В.М., Хадарцев А.А., Филатова О.Е., Хадарцева К.А. Околосуточные ритмы показателей кардиореспираторной системы и биологического возраста человека // Терапевт.– 2012.– № 8.– С. 36–43.

10. Карпин В.А., Еськов В.М., Филатов М.А., Филатова О.Е. Философские основания теории патологии: проблема причинности в медицине // Философия науки.– 2012.– № 1 (52).– С. 118–128.

11. Еськов В.М., Гавриленко Т.В., Козлова В.В., Филатов М.А. Измерение параметров динамики микрохаоса в поведении реальных биосистем // Метрология.– 2012.– № 7.– С. 39–48.

12. Системный анализ, управление и обработка информации в биологии и меди-

цине / Еськов В.М., Хадарцев А.А., Козлова В.В. [и др.]// Том XI Системный синтез параметров функций организма жителей Югры на базе нейрокомпьютинга и теории хаоса-самоорганизации в биофизике сложных систем.– Самара: Офорт, 2014.– 192 с.

13. Еськов В.М., Гавриленко Т.В., Вохмина Ю.В., Зимин М.И., Филатов М.А. Измерение хаотической динамики двух видов теппинга как произвольных движений // Метрология.– 2014.– № 6.– С. 28–35.

14. Карпин В.А., Филатова О.Е., Солтыс Т.В., Соколова А.А., Башкатова Ю.В., Гудков А.Б. Сравнительный анализ и синтез показателей сердечно-сосудистой системы у представителей арктического и высокогорного адаптивных типов // Экология человека.– 2013.– № 7.– С. 3–9.

15. Козлова В.В., Голушков В.Н., Ведясова О.А., Майстренко Е.В. Измерение расстояний между центрами квазиаттракторов вектора состояния организмотренированных и нетренированных г.Самары и г.Сургута // Ученые заметки ТОГУ.– 2010.– Т. 1, № 1.– С. 27–30.

16. Русак С.Н., Еськов В.В., Молягов Д.И., Филатова О.Е. Годовая динамика погодно-климатических факторов и здоровье населения Ханты-Мансийского автономного округа // Экология человека.– 2013.– № 11.– С. 19–24.

17. Eskov V.M., Eskov V.V., Filatova O.E. Medical and biological measurements: characteristic features of measurements and modeling for biosystems in phase spaces of states // Measurement Techniques.– 2011.– Vol. 53 (2).– P. 1404–1410.

18. 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. 1096–1101.

19. Eskov V.M. Evolution of the emergent properties of three types of societies: the basic law of human development // Emergence: Complexity & Organization.– 2014.– V. 16 (2).– P. 109–117.

References

1. Burov IV, Filatov MA, Poski-na TYu, Strel'tsova TV. Dinamika parametrov psikhofiziologicheskikh funktsiy cheloveka v usloviyakh transshirotnykh peremeshcheniy. Slozhnost'. Razum. Postneklassika. 2015;1:95-102. Russian.

2. Vedyasova OA, Es'kov VM, Filatova OE. Sistemnyy kompartmentno-klasternyy analiz mekhanizmov ustoychivo-sti dykhatel'noy ritmiki mlekopitayushchikh. Samara: Ofort; 2005. Russian.

3. Vedyasova OA, Es'kov VM, Zhivoglyad RN, Zuevskaya TV, Popov YuM. Sootnoshenie mezhdur deterministskimi i khao-ticheskimi podkhodami v modelirovanii siner-gizma i ustoychivosti raboty dykhatel'nogo tsentra mlekopitayushchikh. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2005;12(2):23-4. Russian.

4. Es'kov VV, Es'kov VM, Kar-pin VA, Filatov MA. Sinergetika kak tret'ya paradigma, ili ponyatie paradigmy v filosofii i nauke. Filosofiya nauki. 2011;4:126-8. Russian.

5. Es'kov VM, Filatova OE, Fudin NA, Khadartsev AA. Problema vybora optimal'nykh matematicheskikh modeley v teorii identifikatsii biologicheskikh dinamicheskikh sistem. Sistemnyy analiz i upravlenie v biomeditsinskikh sistemakh. 2004;3(2):150-2. Russian.

6. Es'kov VM, Nazin AG, Rusak SN, Filatova OE, Khadartseva KA. Sistemnyy analiz i sintez vliyaniya dinamiki klima-to-ekologicheskikh faktorov na zabolevae-most' naseleniya Severa RF. Vestnik no-vykh meditsinskikh tekhnologiy. 2008;15(1):26-9. Russian.

7. Es'kov VM, Khadartsev AA, Es'kov VV, Filatova OE. Fluktuatsii i evo-lyutsii biosistem – ikh bazovye svoystva i kharakteristiki pri opisani v ramkakh sinergeticheskoy paradigmy. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2010;17(1):17-9. Russian.

8. Es'kov VM, Es'kov VV, Filatova OE, Khadartsev AA. Osobyie svoystva biosistem i ikh modelirovanie. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2011;18(3):331-2. Russian.

9. Es'kov VM, Khadartsev AA, Filatova OE, Khadartseva KA. Okolosutochnye rit-

my pokazately kardiorespiratornoy sis-temy i biologicheskogo vozrasta cheloveka. *Terapevt.* 2012;8:36-43. Russian.

10. Karpin VA, Es'kov VM, Filatov MA, Filatova OE. Filosofskie osnovaniya teorii patologii: problema prichin-nosti v meditsine. *Filosofiya nauki.* 2012;1(52):118-28. Russian.

11. Es'kov VM, Gavrilenko TV, Kozlova VV, Filatov MA. Izmerenie parametrov dinamiki mikrokhosa v povedenii re-al'nykh biosistem. *Metrologiya.* 2012;7:39-48. Russian.

12. Es'kov VM, Khadartsev AA, Kozlova VV, et al. Sistemnyy analiz, upravlenie i obrabotka informatsii v biologii i meditsine. Tom XI Sistemnyy sintez parametrov funktsiy organizma zhiteley Yugry na baze neyrokomp'yutinga i teorii khaosamoorganizatsii v biofizike slozhnykh sistem. Samara: Ofort; 2014. Russian.

13. Es'kov VM, Gavrilenko TV, Vokhmina YuV, Zimin MI, Filatov MA. Izmerenie khaoticheskoy dinamiki dvukh vidov teppinga kak proizvol'nykh dvizheniy. *Metrologiya.* 2014;6:28-35. Russian.

14. Karpin VA, Filatova OE, Soltysh TV, Sokolova AA, Bashkatova YuV, Gudkov AB. Sravnitel'nyy analiz i sintez pokazately serdechno-sosudistoy sis-temy u predstaviteley arkticheskogo i vysokogornogo adaptivnykh

tipov. *Ekologiya cheloveka.* 2013;7:3-9. Russian.

15. Kozlova VV, Golushkov VN, Vedyasova OA, Maystrenko EV. Izmerenie rasstoyaniy mezhdu tsentrami kvaziatravktorov vektora sostoyaniya organizmatrenirovannykh i netrenirovannykh g.Samary i g. Surguta. *Uchenye zametki TOGU.* 2010;1(1):27-30. Russian.

16. Rusak SN, Es'kov VV, Molyagov DI, Filatova OE. Godovaya dinamika pogodno-klimaticheskikh faktorov i zdorov'e naseleniya Khanty-Mansiyskogo avtonomnogo okruga. *Ekologiya cheloveka.* 2013;11:19-24. Russian.

17. Eskov VM, Eskov VV, Filatova OE. Medical and biological measurements: characteristic features of measurements and modeling for biosystems in phase spaces of states. *Measurement Techniques.* 2011;53(2): 1404-10.

18. 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):1096-101.

19. Eskov VM. Evolution of the emergent properties of three types of societies: the basic law of human development. *Emergence: Complexity & Organization.* 2014;16(2):109-17.