

УДК 612.82

О.И. Химикова, О.Е. Филатова

## Результаты лонгитюдных исследований сезонной динамики показателей кардиореспираторной системы учащихся ханты Русскинской НСОШ-И

*Аннотация.* Изучены показатели КРС (кардиореспираторной системы) школьников ханты с позиции системного анализа. Полученные данные указывают на наличие значимых разбросов в параметрах наблюдаемых показателей ВСО детей ханты в разные сезоны года и позволили установить, что наибольшая степень хаотичности в динамике поведения ВСО детей ханты наблюдается в зимний и весенний периоды года.

*Ключевые слова:* лонгитюдный, аттрактор, вектор состояния организма человека, фазовое пространство состояний, ханты.

O.I. Khimikova, O.E. Filatova

## The results of the longitudinal studies of seasonal dynamics of the indicators of cardiorespiratory system of Khanty schoolchildren of Russkinskaya boarding school

*Summary.* The indicators of cardiorespiratory system of Khanty schoolchildren are investigated from the position of system analysis. The data indicate the presence of significant scatter in the parameters of the observed figures of VSO Khanty children in different seasons and it allowed determining that the greatest degree of randomness in the dynamic of behavior of VSO Khanty children is observed in winter and spring.

*Keywords:* longitudinal, attractor, the state vector of the human body, the phase space of states, Khanty.

Одна из основных проблем состояния ФСО человека на Севере РФ связана с ухудшением показателей вегетативной нервной системы и КРС в разные периоды года. Известна также связь показателей состояния ФСО и психофизиологических параметров. Следовательно, образование учащихся школ проходит на фоне серьезных нарушений параметров ФСО. Изучение этого вопроса также привлекает внимание ученых и требует серьезных исследований [1; 2; 3].

Изучение показателей КРС проводилось с использованием авторских программ, представляющих методы идентификации объемов аттракторов движения вектора состояния организма человека (ВСОЧ) в фазовом пространстве для разных кластеров. В результате использования программ строится матрица межкластерных расстояний в фазовом пространстве состояний.

Мы представляем результаты лонгитюдных исследований сезонной динамики показателей кардиореспираторной системы учащихся ханты Русскинской НСОШ-И без жалоб на состояние здоровья, из которых половину составили мальчики, половину – девочки. Были поставлены 3 серии исследований: осень, зима, весна по показателям функционального состояния организма учащихся.

Из 12 параметров КРС мы остановимся на четырех параметрах: показатель активности симпатической вегетативной нервной системы (СВНС) – СИМ, показатель активности парасимпатической нервной системы (ПВНС) – ПАР (в у.е.), частота сердечных сокращений – ЧСС и показатель степени насыщения кислородом ( $SpO_2$ ) гемоглобина крови (показатель оксигемоглобина, в %). Таким образом, мы имеем четыре координаты ВСОЧ по показателям КРС испытуемых.

Результаты идентификации параметров аттракторов поведения ВСО испытуемых  
( $x_0$  – СИМ,  $x_1$  – ПАР,  $x_2$  – ЧСС,  $x_3$  – SPO<sub>2</sub>)

<b>Осенний период</b>	<b>мальчики</b> Number of measures: 20 m = 4 General asymmetry value $rX = 2.88$ General V value = <b>13 020,0</b>	<b>девочки</b> Number of measures: 20 m = 4 General asymmetry value $rX = 3.19$ General V value = <b>12 320,0</b>
<b>Зимний период</b>	<b>мальчики</b> Number of measures: 20 m = 4 General asymmetry value $rX = 10.27$ General V value = <b>114 724,0</b>	<b>девочки</b> Number of measures: 20 m = 4 General asymmetry value $rX = 5.23$ General V value = <b>8 208,0</b>
<b>Весенний период</b>	<b>мальчики</b> Number of measures: 20 m = 4 General asymmetry value $rX = 10.57$ General V value = <b>92 512,0</b>	<b>девочки</b> Number of measures: 20 m = 4 General asymmetry value $rX = 4.07$ General V value = <b>8 880,0</b>

Из результатов, представленных в таблице 1, можно увидеть, что общий объем параллелепипеда (V), ограничивающего аттрактор ВСО девочек в осенний период, в 1,5 раза превышает объем параллелепипеда ВСО девочек в зимний и в 1,4 раза в весенний период. Близкие значения объемов параллелепипеда ВСО девочек в зимний и весенний периоды указывают на менее выраженное хаотическое поведение ВСО девочек по сравнению с осенью.

В этой же таблице представлены параметры ВСО мальчиков, где можно видеть, что общий объем параллелепипеда, ограничивающего аттрактор вектора состояния организма мальчиков в зимний период –  $V = 114724,0$ , что превышает таковой для мальчиков в весенний период –  $V = 92512,0$ . Наименьшего значения объем (почти в 9 раз меньше, чем зимой) достигает осенью –  $V = 13020,0$ .

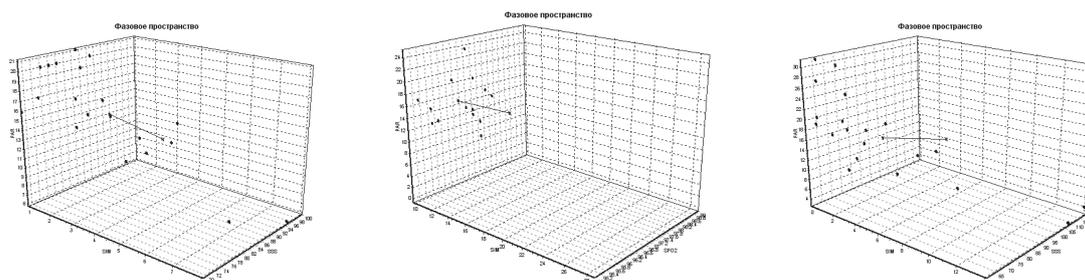
Таким образом, наибольший разброс параметров показателей ВСО мальчиков ханты наблюдается зимой. Коэффициент асимметрии (гх) для мальчиков ханты в зимний период почти в 5 раз превышает таковой в осенний период (10,27 и 2,88 соответственно) и практически равен гх в весеннем периоде (10,57).

Сравнивая показатели мальчиков и девочек в разные периоды года, можно видеть, что общий объем параллелепипеда, ограничивающего аттрактор ВСО мальчиков в зимний период, превышает таковой девочек в 14 раз, а в весенний период в 10,5 раза. Существенно,

что хаотическая динамика ФСО может определяться не только внутренними перестройками БДС организма человека, которая отражается на движении вектора состояния организма человека в m-мерном фазовом подпространстве, но и влияниями внешних факторов среды – суровая зима, холодная весна, флуктуация температуры и атмосферного давления. В зимний период общий показатель асимметрии для мальчиков выше такового показателя девочек в 2 раза. Такую тенденцию изменения гх можно наблюдать и в весенний период, т.е. гх мальчиков в 2,5 раза больше гх девочек в весенний период. Такое количественное различие также характеризует более выраженную хаотичность в динамике поведения ВСО мальчиков и в зимний, и весенний периоды по сравнению с девочками.

У девочек ханты наоборот – более хаотическое поведение ВСО наблюдается в осенний период.

Нами установлено также, что аттракторы движения ВСО мальчиков и девочек занимают разные области в фазовом пространстве (рис. 1). Используя разработанные и запатентованные программные продукты НИИ биофизики и медицинской кибернетики, мы определили расстояние Z между центрами двух аттракторов ВСО мальчиков и девочек. Оказалось, что зимой он  $Z_0 = 4,46$ , весной –  $Z_0 = 1,06$ . Методом исключения отдельных признаков мы



**Рис. 1.** Положение аттрактора ВСО учащихся ханты в 3-мерном фазовом пространстве:  
 I – в осенний период года, II – в зимний период года, III – в весенний период года

выполнили системный синтез с помощью вышеуказанных компьютерных программ. По степени влияния  $X_i$  (любой признак из 4) на вели-

чину расстояния  $Z$  между центрами аттракторов установлено, что более значимым и зимой, и суровой весной является признак SIM.

Таблица 2

**Результаты анализа исключения отдельных признаков параметров аттракторов вектора состояния организма учащихся ханты в разные сезоны года**

	Объем первого аттрактора	Объем второго аттрактора	Различие между объемами аттракторов	Относительная погрешность	Расстояние между центрами двух аттракторов
<b>Осенний период</b>	$V_{x0} = 13\ 020$	$V_{y0} = 12\ 320$	$dif = 700$	$R_0 = 5.37\ %$	$Z_0 = 1.49$
	$V_{x1} = 1\ 860$	$V_{y1} = 1\ 120$	$dif1 = 740$	$R_1 = 39.78\ %$	$Z_1 = 1.49$
	$V_{x2} = 868$	$V_{y2} = 616$	$dif2 = 252$	$R_2 = 29.03\ %$	$Z_2 = 1.35$
	$V_{x3} = 420$	$V_{y3} = 440$	$dif3 = -20$	$R_3 = -4.76\ %$	$Z_3 = 0.89$
	$V_{x4} = 3\ 255$	$V_{y4} = 6\ 160$	$dif4 = -2\ 905$	$R_4 = -89.25\ %$	$Z_4 = 1.37$
<b>Зимний период</b>	<b>Объем первого аттрактора</b>	<b>Объем второго аттрактора</b>	<b>Различие между объемами аттракторов</b>	<b>Относительная погрешность</b>	<b>Расстояние между центрами двух аттракторов</b>
	$V_{x0} = 114\ 724$	$V_{y0} = 8\ 208$	$dif = 106\ 516$	$R_0 = 92.84\ %$	$Z_0 = 4.46$
	$V_{x1} = 3\ 956$	$V_{y1} = 1\ 026$	$dif1 = 2\ 930$	$R_1 = 74.06\ %$	$Z_1 = 3.69$
	$V_{x2} = 4\ 988$	$V_{y2} = 432$	$dif2 = 4\ 556$	$R_2 = 91.34\ %$	$Z_2 = 3.10$
	$V_{x3} = 2\ 668$	$V_{y3} = 304$	$dif3 = 2\ 364$	$R_3 = 88.61\ %$	$Z_3 = 4.12$
	$V_{x4} = 28\ 681$	$V_{y4} = 4\ 104$	$dif4 = 24\ 577$	$R_4 = 85.69\ %$	$Z_4 = 4.40$
<b>Весенний период</b>	<b>Объем первого аттрактора</b>	<b>Объем второго аттрактора</b>	<b>Различие между объемами аттракторов</b>	<b>Относительная погрешность</b>	<b>Расстояние между центрами двух аттракторов</b>
	$V_{x0} = 92\ 512$	$V_{y0} = 8\ 880$	$dif = 83\ 632$	$R_0 = 90.40\ %$	$Z_0 = 1.06$
	$V_{x1} = 6\ 608$	$V_{y1} = 2\ 220$	$dif1 = 4\ 388$	$R_1 = 66.40\ %$	$Z_1 = 0.36$
	$V_{x2} = 3\ 304$	$V_{y2} = 444$	$dif2 = 2\ 860$	$R_2 = 86.56\ %$	$Z_2 = 1.06$
	$V_{x3} = 1\ 568$	$V_{y3} = 240$	$dif3 = 1\ 328$	$R_3 = 84.69\ %$	$Z_3 = 1.06$
	$V_{x4} = 23\ 128$	$V_{y4} = 2\ 960$	$dif4 = 20\ 168$	$R_4 = 87.20\ %$	$Z_4 = 1.01$

Из таблицы 2 легко видеть, что SIM оказывает наибольшее влияние на значения расстояния между центрами аттракторов движения ВСО  $Z_1 = 0,36$  для мальчиков и для девочек. В осенний период времени наиболее значимым оказывается показатель ЧСС и у мальчиков, и у девочек.

Таким образом, полученные данные указывают на наличие значимых разбросов в параметрах наблюдаемых показателей ВСО детей ханты в разные сезоны года и позволили установить, что наибольшая степень хаотичности в динамике поведения ВСО детей ханты наблюдается в зимний и весенний периоды года.

**Литература:**

1. Еськов В.М. Состояние показателей функциональных систем организма (ФСО) учащихся – представителей народа ханты / О.И. Шатрова, В.В. Козлова, С.М. Нагорная, М.А. Филатов // Экологический вестник Югории. – 2005. – Т. II, 2. – С. 64–81.
2. Еськов В.М. Синергетика в клинической кибернетике. Часть 1. Теоретические основы системного синтеза и исследований хаоса в биомедицинских системах / В.М. Еськова, А.А. Хадарцева, О.Е. Филатова. Самара: ООО «Офорт», 2006. 233 с.
3. Еськов В.М. Синергетика в клинической кибернетике / В.М. Еськов, А.А. Хадарцев, О.Е. Филатова // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. Самара: Офорт, 2007. Ч. 2. С. 292.

**References**

1. Es'kov V.M. Sostojanie pokazatelej funkcional'nyh sistem organizma (FSO) uchashhihsja – predstavitelej naroda hanty / O.I. Shatrova, V.V. Kozlova, S.M. Nagornaja, M.A. Filatov // Jekologicheskij vestnik Jugorii. – 2005. – T. II, 2. – S. 64–81.
2. Es'kov V.M. Sinergetika v klinicheskoj kibernetike. Chast' 1. Teoreticheskie osnovy sistemnogo sinteza i issledovanij haosa v biomedicinskih sistemah / V.M. Es'kova, A.A. Hadarceva, O.E. Filatova. Samara: ООО «Ofort», 2006. 233 s.
3. Es'kov V.M. Sinergetika v klinicheskoj kibernetike / V.M. Es'kov, A.A. Hadarcev, O.E. Filatova // Sistemnyj analiz i upravlenie v biomedicinskih sistemah. Samara: Ofort, 2007. Ch. 2. S. 292.