

Zimin MI. Neopredelennost' v kvantovoy mekhanike i biofizike slozhnykh sistem. Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 3: Fizika. Astronomiya. 2014;5:41-6. Russian.

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

18. Karpin VA, Filatova OE. Bioinformatsonnyy analiz vliyaniya geliogeomagnitnoy aktivnosti na sostoyanie zashchitnykh sil organizma cheloveka v ekologicheskikh usloviyakh vysokikh shirot. Fundamental'nye issledovaniya. 2012;9-3:563-7. Russian.

19. Rusak SN, Molyagov DI, Bikmukhametova LM, Filatova OE. Bioinformatsonnyye tekhnologii v analize fazovykh portretov pogodno-klimaticheskikh faktorov v m-mernom prostranstve priznakov. Slozhnost'. Razum. Postneklassika.

2014;3:24-8. Russian.

20. Filatov MA, Filatova DYU, Poskina TYU, Strel'tsova TV. Metody teorii khaosa-samoorganizatsii v psikhofiziologii. Slozhnost'. Razum. Postneklassika. 2014;1:13-28. Russian.

21. Eskov VM, Filatova OE. Respiratory rhythm generation in rats: the importance of inhibition. Neurophysiology. 1993;25(6):420.

22. Eskov VM, Khadartsev AA, Eskov VV, Filatova OE. Quantitative registration of the degree of the voluntariness and involuntariness (of the chaos) in biomedical systems. Journal of Analytical Sciences, Methods and Instrumentation. 2013;3:67-74.

23. Eskov VM. Evolution of the emergent properties of three types of societies: the basic law of human development. E:CO Emergence: Complexity and Organization. 2014;16(2):107-15.

DOI: 12737/ 14979

## ВОЗРАСТНАЯ ДИНАМИКА ПАРАМЕТРОВ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ ЖИТЕЛЕЙ ЮГРЫ

А.А. СОКОЛОВА, О.А. МОРОЗ, О.А. ГЛАЗОВА, М.В. ТРУСОВ

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

**Аннотация.** В работе представлен сравнительный анализ параметров сердечно-сосудистой системы женского населения Югры с позиций стохастического и хаотического подходов. Установлено, что хаотическая динамика параметров вегетативной сосудистой регуляции по ряду сравнений групп женщин коренного и некоренного населения демонстрирует принадлежность к одной генеральной совокупности, т.е. наблюдается неопределенность первого порядка. Использование нейросетевых технологий позволило не только выявить различий между группами, но и идентифицировать значимые параметры порядка вегетативной сосудистой регуляции. Расчет матриц межкластерных расстояний по этим параметрам женского коренного и некоренного населения Югры в фазовом пространстве позволил реально оценить адаптивные возможности организма к экстремальным климатическим условиям.

**Ключевые слова:** сердечно-сосудистая система, кардиоинтервалы, квазиаттрактор

## AGE DYNAMICS PARAMETERS OF CARDIOVASCULAR RESIDENTS UGRA

A.A. SOKOLOVA, O.A. MOROZ, O.A. GLAZOVA, M.V. TRUSOV

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

**Abstract.** This paper presents a comparative analysis of the parameters of the cardiovascular system of the female population of Ugra from the standpoint of chaotic and stochastic approaches. It was found that the chaotic dynamics of HRV parameters in a number of comparisons of groups of women of indigenous and non-indigenous population shows belonging to the same general population, i.e. there is the uncertainty of the first order. Using neural network technologies allowed not only to identify the differences between the groups, but also to identify the relevant parameters of

the order of HRV. The calculation of the matrix of inter-cluster distances the parameters of HRV female indigenous and non-indigenous population of Ugra in phase space allow a realistic assessment of the adaptive capacity of the organism to extreme climatic conditions.

**Key words:** cardiovascular system, cardiointerval, quasiattractor.

**Введение.** Важной характеристикой адаптации организма населения Югры к особым климатическим условиям является поведение параметров кардиореспираторной системы и продолжительности жизни народов ханты и мигрантов. Иными словами, возникает вопрос о длительной адаптации к особым северным условиям и её влиянии на общую продолжительность жизни на Севере России. Эта проблема имеет общебиологическое и экологическое значение для качества и продолжительности жизни всех северных народов мира, а в аспекте возможностей глобального похолодания (как альтернативы глобальному потеплению) эта проблема приобретает и общемировое значение (она актуальна для всего населения Земли). В этой связи, актуальна и проблема снижения качества жизни коренного населения Севера РФ за счёт урбанизации, проблема возможных генетических изменений у пришлого населения под действием особых условий Севера. Всё это определяет важную общую биомедицинскую проблему долголетия жителей Северных территорий РФ и многих других северных стран мира. Одновременно это связано и с проблемой увеличения работоспособного возраста населения РФ, проживающего в условиях Севера [3,6,22].

В данной работе представлен сравнительный анализ параметров *сердечно-сосудистой системы* (ССС) женского населения Югры в рамках методов статистики и методов многомерных фазовых пространств. Для изучения особенности функционального состояния СССР женского населения Югры методом вариационной пульсоинтервалографии было обследовано 228 человек трёх групп по 38 человек в каждой: 1-я группа 18-36 лет; 2-я группа 37-49 лет; 3-я группа 50 лет и старше. Все наблюдаемые женщины были без патологий и жалоб на здоровье (согласно Хельсинской декларации давали добровольное согласие на обследование) [7].

**1. Статистический анализ обработки данных параметров variability сердечного ритма у женщин коренного и некоренного населения Югры.** Обработка данных в рамках статистики всех компонент  $x_i$  вектора состояния СССР, производилась по программе «Statistica 6.1». Первоначально производилась идентификация возможности нормальных законов распределения (обычно это было 6 параметров из 15) и одновременно обрабатывались выборки  $x_i$  в рамках непараметрических распределений. После их разделения, далее, все выборки переводились в непараметрические распределения, и производилось сравнение всех  $x_i$  для всех трёх пар возрастных групп [1,2,10,11,14].

Проверка данных на соответствие нормального распределения, оценивалась на основе вычисления критерия Шапиро-Уилка. Выявлено, что большинство параметров спектра variability сердечного ритма описываются законом ненормального распределения. Поэтому дальнейшие сравнения производились в рамках непараметрических распределений всех  $x_i$ .

Исследование параметров СССР коренного и некоренного женского населения Северных территорий РФ показало для младшей группы доминирование *парасимпатического* (PAR) отдела ВНС над *симпатическим* (SIM) отделом вегетативной нервной системы. На рис. 1, 2 даны для сравнения величины SIM и PAR трёх возрастных групп женщин, представительниц коренного и некоренного населения Югры [4,5,19-22].

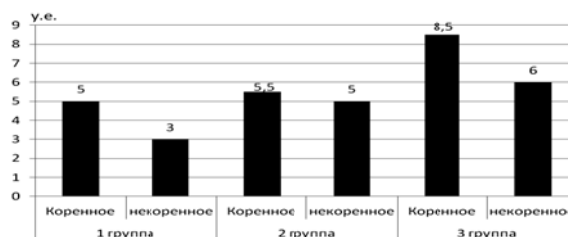


Рис. 1. Возрастная динамика параметра SIM (непараметрические распределения) женщин коренного и некоренного населения Югры

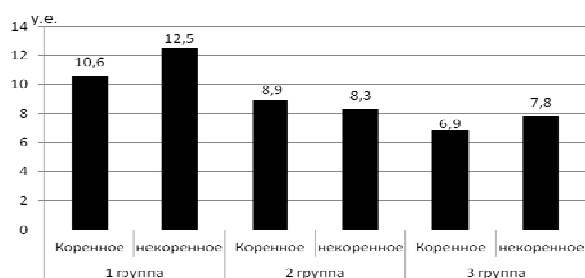


Рис. 2. Возрастная динамика параметра PAR (параметрические распределения) женщин коренного населения Югры

Таблица 1

**Результаты статистической обработки основных шести интегральных параметров  $x_i$  вариабельности сердечного ритма женщин некоренного населения Югры**

| Группы   | $x_i$            | Медиана | Проц. 5% | Проц. 95% | $x_i$ | Среднее | Доверит. - 95% | Доверит. +95% |
|----------|------------------|---------|----------|-----------|-------|---------|----------------|---------------|
| 1 группа | SIM              | 3       | 1        | 7         | PAR   | 12,5    | 11,3           | 13,7          |
|          | PAR              | 13      | 6        | 19        | HR    | 80,2    | 76,9           | 83,4          |
|          | SDNN             | 49      | 31       | 70        |       |         |                |               |
|          | INB              | 34      | 17       | 109       |       |         |                |               |
|          | SpO <sub>2</sub> | 98      | 96       | 99        |       |         |                |               |
|          | HR               | 80      | 67       | 102       |       |         |                |               |
| 2 группа | SIM              | 5       | 2        | 18        | PAR   | 8,3     | 7              | 9,5           |
|          | PAR              | 9       | 2        | 17        | HR    | 80,4    | 76,3           | 84,5          |
|          | SDNN             | 35      | 17       | 66        |       |         |                |               |
|          | INB              | 55      | 17       | 243       |       |         |                |               |
|          | SpO <sub>2</sub> | 98      | 96       | 99        |       |         |                |               |
|          | HR               | 81      | 58       | 105       |       |         |                |               |
| 3 группа | SIM              | 6       | 1        | 31        | PAR   | 7,8     | 6,1            | 9,5           |
|          | PAR              | 8       | 0        | 19        | HR    | 77,3    | 73,1           | 81,5          |
|          | SDNN             | 33      | 13       | 74        |       |         |                |               |
|          | INB              | 82      | 15       | 454       |       |         |                |               |
|          | SpO <sub>2</sub> | 97      | 95       | 99        |       |         |                |               |
|          | HR               | 76      | 58       | 103       |       |         |                |               |

Примечание: SIM – показатель активности симпатического отдела ВНС (у.е.), PAR – показатель активности парасимпатического отдела ВНС (у.е.), INB – показатель индекса напряжения по Р.М. Баевскому (у.е.), SpO<sub>2</sub> – содержание оксигемоглобина в крови испытуемых (%), SDNN – стандартное отклонение полного массива кардиоинтервалов (мс.), HR – частота сердечных сокращений (уд/мин)

Очевидно, что непараметрическое распределение показателя SIM даёт устойчивое увеличение с возрастом от  $Me_1=5$  до  $Me_3=8,5$  (для медиан – Me) у женщин коренного населения и от  $Me_1=3$  до  $Me_3=6$  у

женщин некоренного населения Югры. В табл. 2 представлено устойчивое снижение среднего значения PAR как у коренного (от  $PAR_1=10,6$  до  $PAR_3=6,87$ ), так и у женщин некоренного населения (от  $PAR_1=12,5$  до  $PAR_3=7,84$ )[9,12].

Индекс напряжения по Р.М. Баевскому у женщин 3-ей возрастной группы некоренного и коренного населения является самым высоким и составляет 82-83 у.е по сравнению с остальными группами женщин при  $p<0,05$ . Полученные данные свидетельствуют об активных процессах адаптации к экологическим факторам севера у женщин в возрасте от 50 и старше и существенных возрастных сдвигах параметров [8,16-18].

Таблица 2

**Результаты статистической обработки основных шести интегральных параметров  $x_i$  вариабельности сердечного ритма женщин коренного населения Югры**

| Группы   | $x_i$            | Медиана | Проц. 5% | Проц. 95% | $x_i$ | Среднее | Доверит. - 95% | Доверит. +95% |
|----------|------------------|---------|----------|-----------|-------|---------|----------------|---------------|
| 1 группа | SIM              | 5       | 1        | 12        | PAR   | 10,6    | 9,1            | 12,1          |
|          | PAR              | 10      | 3        | 18        | SDNN  | 41,5    | 37,2           | 45,8          |
|          | SDNN             | 40,5    | 22       | 64        | HR    | 81,8    | 78,8           | 84,7          |
|          | INB              | 60,5    | 21       | 148       |       |         |                |               |
|          | SpO <sub>2</sub> | 98      | 97       | 99        |       |         |                |               |
|          | HR               | 81      | 64       | 100       |       |         |                |               |
| 2 группа | SIM              | 5,5     | 2        | 31        | PAR   | 8,9     | 7,3            | 10,4          |
|          | PAR              | 8,5     | 2        | 17        | SDNN  | 39,3    | 34,7           | 43,8          |
|          | SDNN             | 38,5    | 19       | 64        | HR    | 76,7    | 72,6           | 80,7          |
|          | INB              | 52      | 18       | 255       |       |         |                |               |
|          | SpO <sub>2</sub> | 98      | 97       | 99        |       |         |                |               |
|          | HR               | 75      | 61       | 108       |       |         |                |               |
| 3 группа | SIM              | 8,5     | 2        | 27        | PAR   | 6,9     | 5,5            | 8,3           |
|          | PAR              | 7       | 0,1      | 14        | SDNN  | 31,1    | 27,1           | 35,1          |
|          | SDNN             | 27,5    | 14       | 53        | HR    | 76,6    | 73,6           | 79,6          |
|          | INB              | 83      | 23       | 322       |       |         |                |               |
|          | SpO <sub>2</sub> | 97      | 95       | 99        |       |         |                |               |
|          | HR               | 76      | 59       | 94        |       |         |                |               |

Примечание: SIM – показатель активности симпатического отдела ВНС (у.е.), PAR – показатель активности парасимпатического отдела ВНС (у.е.), INB – показатель индекса напряжения по Р.М. Баевскому (у.е.), SpO<sub>2</sub> – содержание оксигемоглобина в крови испытуемых (%), SDNN – стандартное отклонение полного массива кардиоинтервалов (мс.), HR – частота сердечных сокращений (уд/мин).

Из табл. 3,4 видно, что непараметрическое распределение показателей  $LF$  и  $HF$  дают устойчивое уменьшение с возрастом как у некоренного, так и у коренного населения:  $LF$  (коренное) от  $Me_1=1364$  до  $Me_3=634$ ,  $HF$  (коренное) от  $Me_1=607$  до  $Me_3=262$  и  $LF$  (некоренное) от  $Me_1=2220,5$  до  $Me_3=817,5$ ,  $HF$  (некоренное) от  $Me_1=1079,5$  до  $Me_3=273$  (при  $p<0,05$ ). Важно отметить, что показатели данных параметров в 1 группе некоренного населения на порядок больше чем у коренного населения, но с увеличением возраста параметры приобретают схожесть в значениях (при  $p<0,05$ ).

Таблица 3

**Результаты статистической обработки спектральных параметров  $x_i$  variability сердечного ритма женщин некоренного населения Югры**

| Группы   | $x_i$   | Медиана | Проц. 5% | Проц. 95% | $x_i$   | Среднее | Доверит. - 95% | Доверит. +95% |
|----------|---------|---------|----------|-----------|---------|---------|----------------|---------------|
| 1 группа | $VLF$   | 1802    | 830      | 7235      | $LF(p)$ | 66,4    | 62             | 70,7          |
|          | $LF$    | 2220,5  | 883      | 7762      | $HF(p)$ | 33,5    | 29             | 37,8          |
|          | $HF$    | 1079,5  | 330      | 4160      |         |         |                |               |
|          | $LF(p)$ | 68      | 40       | 86        |         |         |                |               |
|          | $HF(p)$ | 32      | 14       | 60        |         |         |                |               |
|          | $LF/HF$ | 2,2     | 0,66     | 6,9       |         |         |                |               |
| 2 группа | $VLF$   | 1620,5  | 171      | 5629      | $LF(p)$ | 67,4    | 62,8           | 72            |
|          | $LF$    | 1198,5  | 284      | 7071      | $HF(p)$ | 32,5    | 27,9           | 37            |
|          | $HF$    | 683     | 108      | 1916      |         |         |                |               |
|          | $LF(p)$ | 66      | 42       | 88        |         |         |                |               |
|          | $HF(p)$ | 33,5    | 12       | 58        |         |         |                |               |
|          | $LF/HF$ | 2,1     | 0,7      | 7,2       |         |         |                |               |
| 3 группа | $VLF$   | 1858,5  | 119      | 5961      | $LF(p)$ | 68      | 62,4           | 73,8          |
|          | $LF$    | 817,5   | 100      | 6703      | $HF(p)$ | 31,8    | 26             | 37,5          |
|          | $HF$    | 273     | 66       | 4500      |         |         |                |               |
|          | $LF(p)$ | 71      | 21       | 91        |         |         |                |               |
|          | $HF(p)$ | 29      | 9        | 79        |         |         |                |               |
|          | $LF/HF$ | 2,5     | 0,26     | 10,2      |         |         |                |               |

Примечание:  $VLF$  – мощность спектра сверх низкочастотного компонента variability (мс<sup>2</sup>/Гц),  $LF$  – мощность спектра низкочастотного компонента variability (мс<sup>2</sup>/Гц),  $HF$  – мощность спектра высокочастотного компонента variability (мс<sup>2</sup>/Гц),  $Total$  – общая спектральная мощность (мс<sup>2</sup>/Гц),  $LFnorm$  – низкочастотный компонент спектра в нормализованных единицах (%),  $HFnorm$  – высокочастотный компонент спектра в нормализованных единицах (%)

Одновременно, значения по показателю  $VLF$  у некоренного населения имеют параболическую форму, если их представить в

графическом виде. У коренного населения же в свою очередь мы видим уменьшение значения с возрастом:  $VLF$  (коренное) от  $Me_1=2122,5$  до  $Me_3=1255$  (при  $p<0,05$ ).

Достоверность межгрупповых различий по интегральным и спектральным параметрам определяли на основе непараметрического критерия Манна-Уитни. Пороговое значение статистической значимости принималось равное  $p<0,05$ . Существенно, что при парном сравнении 1-й и 2-й обследуемых групп коренного женского населения (табл. 5) только параметр  $HR$  демонстрирует статистически значимое различие (остальные признаки  $x_i$  существенно не различаются). Для некоренного населения все первые четыре  $x_i$  различаются значимо (впрочем, как и группы 1-3).

Таблица 4

**Результаты статистической обработки спектральных параметров  $x_i$  variability сердечного ритма женщин коренного населения Югры**

| Группы   | $x_i$   | Медиана | Проц. 5% | Проц. 95% |
|----------|---------|---------|----------|-----------|
| 1 группа | $VLF$   | 2122,5  | 607      | 6789      |
|          | $LF$    | 1364    | 288      | 5387      |
|          | $HF$    | 607,5   | 185      | 3108      |
|          | $LF(p)$ | 69,5    | 38       | 86        |
|          | $HF(p)$ | 30,5    | 14       | 62        |
|          | $LF/HF$ | 2,635   | 0,62     | 6,39      |
| 2 группа | $VLF$   | 1828    | 302      | 6877      |
|          | $LF$    | 839     | 194      | 3653      |
|          | $HF$    | 525     | 101      | 3093      |
|          | $LF(p)$ | 63,5    | 44       | 88        |
|          | $HF(p)$ | 36,5    | 12       | 56        |
|          | $LF/HF$ | 1,745   | 0,78     | 7,4       |
| 3 группа | $VLF$   | 1255,5  | 107      | 5624      |
|          | $LF$    | 634     | 129      | 4900      |
|          | $HF$    | 265,5   | 46       | 3869      |
|          | $LF(p)$ | 74      | 38       | 89        |
|          | $HF(p)$ | 26      | 11       | 62        |
|          | $LF/HF$ | 2,805   | 0,61     | 7,96      |

Примечание:  $VLF$  – мощность спектра сверх низкочастотного компонента variability (мс<sup>2</sup>/Гц),  $LF$  – мощность спектра низкочастотного компонента variability (мс<sup>2</sup>/Гц),  $HF$  – мощность спектра высокочастотного компонента variability (мс<sup>2</sup>/Гц),  $Total$  – общая спектральная мощность (мс<sup>2</sup>/Гц),  $LFnorm$  – низкочастотный компонент спектра в нормализованных единицах (%),  $HFnorm$  – высокочастотный компонент спектра в нормализованных единицах (%)

В целом, для сравниваемых 2-й и 3-й групп женщин коренного населения уже четыре пары  $x_i$  показывают различие в выборках (SIM, SDNN, INB,  $SpO_2$ ). Очевидно, сравнение 2-й и 3-й группы показывает отсутствие различий для этих пар именно у *HR* (хотя в первой колонке они были различными). Для некоренного населения группы 2-3 почти не различаются (кроме  $SpO_2$ ).

**Результаты попарного сравнения средних значений рангов (допустимого уровня значимости параметров вариальности сердечного ритма женщин коренного и некоренного населения Югры) интегральных параметров с помощью критерия Манна – Уитни**

| Отмеченные критерии значимы на уровне $p < 0,05$ |                       |            |                      |            |                      |            |
|--------------------------------------------------|-----------------------|------------|----------------------|------------|----------------------|------------|
| Параметры                                        | $p$ – уров.<br>1 со 2 |            | $p$ – уров.<br>1 с 3 |            | $p$ – уров.<br>2 с 3 |            |
|                                                  | коренное              | некоренное | коренное             | некоренное | коренное             | некоренное |
| SIM                                              | 0,366093              | 0,000482   | 0,000053             | 0,000043   | 0,001929             | 0,246726   |
| PAR                                              | 0,109630              | 0,000023   | 0,001066             | 0,000032   | 0,089404             | 0,385692   |
| SDNN                                             | 0,539920              | 0,000169   | 0,000735             | 0,000109   | 0,009259             | 0,279953   |
| INB                                              | 0,843526              | 0,003174   | 0,018883             | 0,000763   | 0,026912             | 0,331377   |
| $SpO_2$                                          | 0,072297              | 0,900789   | 0,000200             | 0,005367   | 0,015720             | 0,002418   |
| HR                                               | 0,011935              | 0,913138   | 0,017360             | 0,194086   | 0,651335             | 0,208742   |

Примечание: SIM – показатель активности симпатического отдела ВНС (у.е.), PAR – показатель активности парасимпатического отдела ВНС (у.е.), INB – показатель индекса напряжения по Р.М. Баевскому (у.е.),  $SpO_2$  – содержание оксигемоглобина в крови испытуемых (%), SDNN – стандартное отклонение полного массива кардиоинтервалов (мс.), HR – частота сердечных сокращений (уд/мин)

**Результаты попарного сравнения средних значений рангов (допустимого уровня значимости параметров вариальности сердечного ритма женщин коренного и некоренного населения Югры) спектральных параметров с помощью критерия Манна – Уитни**

| Отмеченные критерии значимы на уровне $p < 0,05$ |                      |            |                     |            |                     |            |
|--------------------------------------------------|----------------------|------------|---------------------|------------|---------------------|------------|
| Параметры                                        | $p$ – уровень 1 со 2 |            | $p$ – уровень 1 с 3 |            | $p$ – уровень 2 с 3 |            |
|                                                  | коренное             | некоренное | коренное            | некоренное | коренное            | некоренное |
| VLF                                              | 0,445124             | 0,129330   | 0,008982            | 0,467098   | 0,065185            | 0,603457   |
| LF                                               | 0,052055             | 0,000446   | 0,003628            | 0,000012   | 0,147276            | 0,050199   |
| HF                                               | 0,618021             | 0,002256   | 0,000332            | 0,000004   | 0,006805            | 0,011761   |
| LF(p)                                            | 0,347127             | 0,803106   | 0,795082            | 0,397174   | 0,192308            | 0,516149   |
| HF(p)                                            | 0,347127             | 0,803106   | 0,779098            | 0,397174   | 0,185318            | 0,516149   |
| LF/HF                                            | 0,266314             | 0,823258   | 0,942028            | 0,394284   | 0,170279            | 0,526270   |

Примечание: VLF – мощность спектра сверх низкочастотного компонента вариальности ( $мс^2/Гц$ ), LF – мощность спектра низкочастотного компонента вариальности ( $мс^2/Гц$ ), HF – мощность спектра высокочастотного компонента вариальности ( $мс^2/Гц$ ), Total – общая спектральная мощность ( $мс^2/Гц$ ), LFnorm – низкочастотный компонент спектра в нормализованных единицах (%), HFnorm – высокочастотный компонент спектра в нормализованных единицах (%)

Оценка значимости различий по интегральным показателям для женского некоренного населения Югры позволила установить статистически значимые различия между 1 и 2, 1 и 3 группами по показателям: SIM, PAR, SDNN, INB при  $p < 0,05$ . А между 2 и 3 группами по ряду параметров статистически значимых различий не выявлено, т.е. эти группы принадлежат одной генеральной совокупности. При этом параметры  $x_i$  для аборигенов различаются существенно (кроме HR и PAR). В целом, младшие группы лучше различаются для некоренного населения, а старшие – для коренного [4,10,11,14,22].

Таблица 5

Статистический анализ данных по спектральным параметрам ВСР женского некоренного населения Югры позволил установить различия между 1 и 2, 1 и 3, а так же между 2 и 3 группами, но лишь по показателям: LF и HF (табл. 6).

Для коренного населения у нас имеется только три диагностических признака (VLF, LF, HF) между 1 и 3 группами, которые показывают статистически значимые различия характеристик функций распределения ( $p_1=0,0089$ ,  $p_2=0,0036$ ,  $p_2=0,0003$ ). Остальные парные сравнения выборов показывают возможность отнесения этих пар к одной генеральной совокупности, что следует из табл. 6.

Таблица 6

При оценке значимости различий по интегральным и спектральным параметрам отличий не было выявлено.

При оценке значимости различий по интегральным и спектральным параметрам отличий не было выявлено.

лено, между одинаковыми по возрасту группами коренного и некоренного женского населения Югры [13,15].

Таким образом, на основе результатов применения методов математической статистики установить значимость всех диагностических признаков не представляется возможным, а следовательно выявить признаки, по которым возрастные изменения наиболее выражены затруднительно. Поэтому целесообразно использование новых биоинформационных методов в рамках *теории хаоса - самоорганизации* для выявления наиболее значимых параметров порядка.

**2. Результаты обработки данных параметров квазиаттрактора variability сердечного ритма в  $m$ -мерном фазовом пространстве у групп женского коренного и некоренного населения Югры.** Методы ТХС разработанные и запатентованные в СурГУ научной школой Еськова В.М., обеспечили расчет параметров квазиаттракторов поведения вектора состояния системы  $x(t)$  в фазовом пространстве состояний (ФПС). Анализируя динамику поведения параметров вектора состояния сердечно-сосудистой системы коренного и некоренного населения женщин Югры в 6-ти мерном ( $m=6$ ) ФПС с помощью программы компьютерной программы [4,18, 21], были построены матрицы межаттракторных расстояний (рис. 3, 4) по 6 интегральным и спектральным параметрам вегето-сосудистого регулирования (ВСР). Расчет матриц межкластерных расстояний по параметрам ВСР женского коренного и некоренного населения Югры в фазовом пространстве можно реально оценить адаптивные возможности организма к экстремальным климатическим условиям.

Анализируя матрицы межаттракторных расстояний между стохастическими ( $Z^s$ ) и хаотическими ( $Z^{ch}$ ) центрами квазиаттракторов женщин некоренного населения Югры по интегральным и спектральным показателям можно сделать вывод, что по мере увеличения возраста, расстояние между хаотическими центрами квазиаттракторов увеличивается, что связано с большим напряжением органов и функциональных систем организма, находящихся в условиях сильно-

го и длительного влияния жестких климатических факторов ХМАО – Югры. Стохастические центры квазиаттракторов, такую яркую динамику не демонстрируют [5,6,21].

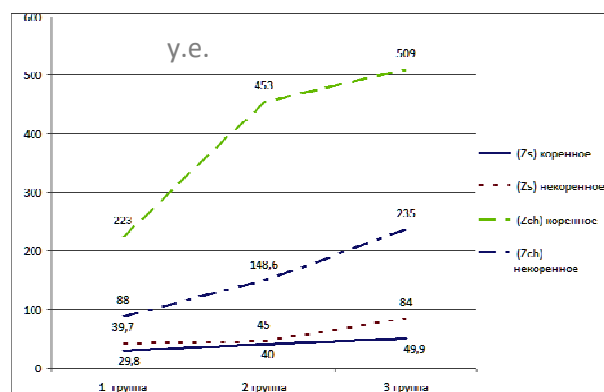


Рис. 3. Значения межкластерных расстояний между  $Z^s$  (y.e) стохастическими и  $Z^{ch}$  (y.e) хаотическими центрами квазиаттракторов, интегральных (SIM, PAR, SDNN, lnB,  $SpO_2$ , SSS) параметров женщин некоренного и коренного населения Югры

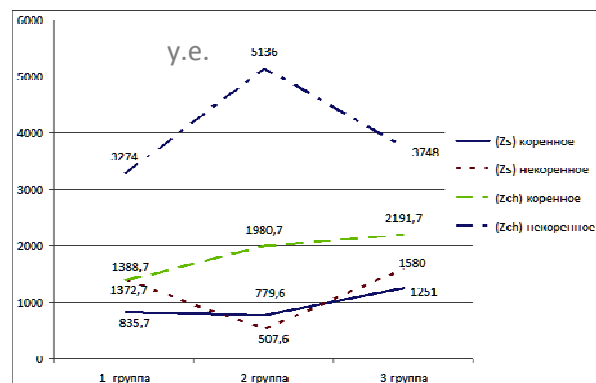


Рис. 4. Значения межкластерных расстояний между  $Z^s$  (y.e) стохастическими и  $Z^{ch}$  (y.e) хаотическими центрами квазиаттракторов, спектральных параметров (VLF, LF, HF, HF(p), LF(p), LF/HF) женщин коренного и некоренного населения Югры

### Выводы:

1. С помощью статистического анализа, выявлены различия в параметрах ВСР женщин коренного и некоренного населения Югры. Исследование параметров ССС коренного и некоренного женского населения показало для младшей группы доминирование парасимпатического (PAR) отдела ВНС над симпатическим (SIM) отделом вегетативной нервной системы. Выявлено, что хаотическая динамика параметров ВСР по ряду сравнений групп женщин коренного и

некоренного населения демонстрирует принадлежность к одной генеральной совокупности, т.е. наблюдается неопределенность первого порядка.

2. Метод многомерных фазовых пространств позволил установить, что с возрастом значения  $S$  квазиаттракторов у женщин коренного населения Югры уменьшаются в 4 раза ( $S_1=220\,339$  у.е.;  $S_3=57\,410$  у.е.), в то время как у женщин некоренного населения площади квазиаттракторов к 58-ти годам возрастают ( $S_1=112\,713$  у.е.;  $S_2=66\,808$  у.е.;  $S_3=77\,968$  у.е.), что может объясняться низкой физической активностью жителей урбанизированных экосистем и возможно, развивающейся (но еще не фиксируемой) патологией ССС.

### Литература

1. Использование методов теории хаоса и синергетики в современной клинической кибернетике / Адайкин В.А., Добрынина И.Ю., Добрынин Ю.В. [и др.] // Сибирский медицинский журнал (Иркутск).– 2006.– Т. 66, № 8.– С. 38–41.
2. 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 дыхательного центра млекопитающих // Вестник новых медицинских технологий.– 2005.– Т. 12, № 2.– С. 23–24.
3. Добрынина И.Ю., Еськов В.М., Живогляд Р.Н., Зуевская Т.В. Гирудотерапевтическое управление гомеостазом человека при гинекологических патологиях в условиях Севера РФ // Вестник новых медицинских технологий.– 2005.– Т. 12, № 2.– С. 25–27.
4. Еськов В.М., Живогляд Р.Н., Кулаев С.В., Папшев В.А. Использование нейрокомпьютеров в гинекологической практике // Системный анализ и управление в биомедицинских системах.– 2005.– Т. 4, № 1.– С. 74–77.
5. Еськов В.М., Назин А.Г., Русак С.Н., Филатова О.Е., Хадарцева К.А. Системный анализ и синтез влияния динамики климатоэкологических факторов на заболеваемость населения Севера РФ // Вестник новых медицинских технологий.– 2008.– Т. 15, № 1.– С. 26–29.
6. Адайкин В.И., Аушева Ф.И., Бурыкин Ю.Г., Вечканов И.Н., Вишневский 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., Полушин 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. Под редакцией В. М. Еськова и А. А. Хадарцева. Самара, 2008. Том Часть VII Синергетический компартментно-кластерный анализ и синтез динамики поведения вектора состояния организма человека на Севере РФ в условиях сано-генеза и патогенеза.– Самара: Офорт, 2008.– 159 с.
7. 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.
8. 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.
9. Еськов В.М., Карпин В.А., Хадарцев А.А., Бурмасова А.В., Еськов В.В. Хаотическая динамика параметров квазиаттракторов больных язвенной болезнью двенадцатиперстной кишки, находящихся в условиях медикаментозного и физиотерапевтического воздействия // Терапевт.– 2013.– № 5.– С. 63–71.
10. 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.
11. Еськов В.М., Еськов В.В., Гавриленко Т.В., Зимин М.И. Неопределенность в квантовой механике и биофизике сложных систем // Вестник Московского университета. Серия 3: Физика. Астрономия.– 2014.– № 5.– С. 41–46.
12. Еськов В.М., Хадарцев А.А., Еськов В.В., Филатов М.А. Моделирование когнитивной и эвристической деятельности мозга с помощью нейроэмуляторов // Сложность. Разум. Постнеклассика.– 2014.– № 1.– С. 62–70.
13. 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.
14. Еськов В.М., Еськов В.В., Гавриленко Т.В., Вохмина Ю.В. Кинематика биосистем

как эволюция: стационарные режимы и скорость движения сложных систем – complexity // Вестник Московского университета. Серия 3: Физика. Астрономия. – 2015. – № 2. – С. 62–73.

15. 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.

16. Еськов В.М., Хадарцев А.А., Филатова О.Е., Хадарцева К.А. Вегетативная нервная система и функциональная асимметрия в геронтологии (обзор литературы) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. – 2015. – №1. – Публикация 3-5. – URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-1/5066.pdf> (дата обращения: 03.03.2015). DOI: 10.12737/8625

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

18. 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://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-1/5123.pdf> (дата обращения: 25.03.2015). DOI: 10.12737/10410

19. Eskov V.M., Filatova O.E. Respiratory rhythm generation in rats: the importance of inhibition // *Neurophysiology*. – 1993. – Т. 25, № 6. – С. 420.

20. 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.

21. Eskov V.M., Khadartsev A.A., Eskov V.V., Filatova O.E. Quantitative registration of the degree of the voluntariness and involuntariness (of the chaos) in biomedical systems // *Journal of Analytical Sciences, Methods and Instrumentation*. – 2013. – № 3. – С. 67–74.

22. Eskov V.M. Evolution of the emergent properties of three types of societies: the basic law of human development // *E:CO Emergence: Complexity and Organization*. – 2014. – Т. 16, № 2. – С. 107–115.

## References

1. Adaykin VA, Dobrynina IYu, Dobrynin YuV, et al. Ispol'zovanie metodov teorii khao-sa i sinergetiki v sovremennoy klinicheskoy kibernetike. *Sibirskiy meditsinskiy zhurnal (Irkutsk)*. 2006;66(8):38-41. Russian.

2. Vedyasova OA, Es'kov VM, Zhivoglyad RN, Zuevskaya TV, Popov YuM. Sootnoshe-nie mezhdu deterministskimi i khaoticheskimi podkhodami v modelirovanii sinergizma i ustoy-chivosti raboty dykhatel'nogo tsentra mlekopi-tayushchikh. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy*. 2005;12(2):23-4. Russian.

3. Dobrynina IYu, Es'kov VM, Zhivoglyad RN, Zuevskaya TV. Girudoterapevticheskoe upravlenie gomeostazom cheloveka pri ginekologicheskikh patologiyakh v usloviyakh Severa RF. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy*. 2005;12(2):25-7. Russian.

4. Es'kov VM, Zhivoglyad RN, Kulaev SV, Papshev VA. Ispol'zovanie neyrokomp'yuterv v ginekologicheskoy praktike. *Sistemnyy analiz i upravlenie v biomeditsinskikh sistemakh*. 2005;4(1):74-7. Russian.

5. Es'kov VM, Nazin AG, Rusak SN, Filatova OE, Khadartseva KA. Sistemnyy analiz i sintez vliyaniya dinamiki klimato-ekologicheskikh faktorov na zaboлеваemost' naseleniya Severa RF. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy*. 2008;15(1):26-9. Russian.

6. 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. Pod redaktsiey V. M. Es'kova i A. A. Khadartseva. Samara, 2008. Tom Chast' VII Sinergeticheskiy kompartmentno-klasternyy analiz i sintez dinamiki povedeniya vektora sostoyaniya organizma cheloveka na Severe RF v usloviyakh sanogeneza i patogeneza. Samara: Ofort; 2008. Russian.

7. Es'kov VM, Filatov MA, Dobrynin YuV, Es'kov VV. Otsenka effektivnosti lechebnogo voz-deystviya na organizm cheloveka s pomoshch'yu matritsy rasstoyaniy. *Informatika i sistemy upravleniya*. 2010;2:105-8. Russian.

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

9. Es'kov VM, Karpin VA, Khadartsev AA,

Burmasova AV, Es'kov VV. Khaoticheskaya dinamika parametrov kvaziattraktorov bol'nykh yazvennoy bolezni'yu dvenadtsatiperstnoy kishki, nakhodyashchikhsya v usloviyakh medikamentoznogo i fizioterapevticheskogo vozdeystviya. *Terapevt.* 2013;5:63-71. Russian.

10. 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.

11. Es'kov VM, Es'kov VV, Gavrilenko TV, Zimin MI. Neopredelennost' v kvantovoy mekhanike i biofizike slozhnykh sistem. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 3: Fizika. Astronomiya.* 2014;5:41-6. Russian.

12. Es'kov VM, Khadartsev AA, Es'kov VV, Filatov MA. Modelirovanie kognitivnoy i evristicheskoy deyatel'nosti mozga s pomoshch'yu neyroemulyatorov. *Slozhnost'. Razum. Postneklassika.* 2014;1:62-70. Russian.

13. 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 vozdeystviy. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy.* 2014;21(2):6-10. Russian.

14. Es'kov VM, Es'kov VV, Gavrilenko TV, Vokhmina YuV. Kinematika biosistem kak evolyutsiya: statsionarnye rezhimy i skorost' dvizheniya slozhnykh sistem – complexity. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 3: Fizika. Astronomiya.* 2015;2:62-73. Russian.

15. Es'kov VM, Khadartsev AA, Filatova OE, Khadartseva KA, Litovchenko OG. Problema otsenki effektivnosti lecheniya na osnove kinematicheskoy kharakteristiki vektora sostoyaniya orga-

nizma. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy.* 2015;22(1):143-52. Russian.

16. Es'kov VM, Khadartsev AA, Filatova OE, Khadartseva KA. Vegetativnaya nervnaya sistema i funktsional'naya asimmetriya v gerontologii (obzor literatury). *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. Elektronnoe izdanie [Internet].* 2015[cited 2015 Mar 03];1:[about 6 p.]. Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-1/5066.pdf>. DOI: 10.12737/8625.

17. Karpin VA, Es'kov VM, Filatov MA, Filatova OE. Filosofskie osnovaniya teorii patologii: problema prichinnosti v meditsine. *Filosofiya nauki.* 2012;1:118-28. Russian.

18. Khadartsev AA, Es'kov VM, Filatova OE, Khadartseva KA. Pyat' printsipov funktsionirovaniya slozhnykh sistem, sistem tret'ego tipa. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. Elektronnoe izdanie [internet].* 2015[cited 2015 Mar 25];1:[about 6 p.]. Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-1/5123.pdf>. DOI: 10.12737/10410.

19. Eskov VM, Filatova OE. Respiratory rhythm generation in rats: the importance of inhibition. *Neurophysiology.* 1993;25(6):420.

20. 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.

21. Eskov VM, Khadartsev AA, Eskov VV, Filatova OE. Quantitative registration of the degree of the voluntariness and involuntariness (of the chaos) in biomedical systems. *Journal of Analytical Sciences, Methods and Instrumentation.* 2013;3:67-74.

22. Eskov VM. Evolution of the emergent properties of three types of societies: the basic law of human development. *E:CO Emergence: Complexity and Organization.* 2014;16(2):107-15.

DOI: 12737/ 14972

## ХАОТИЧЕСКАЯ ДИНАМИКА ПАРАМЕТРОВ ХРОНОТИПА ЖИТЕЛЕЙ ЮГРЫ

Ю.Г. БУРЫКИН, И.Г. КУРМАНОВ, А.И. КОЛОСОВА, Е.В. ВАЛИЕВА

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

**Аннотация.** Климат Северо-Западной территории Сибири характерен хаотической динамикой изменения параметров среды обитания. Несмотря на множество работ, посвященных данной проблеме, вопрос до сих пор остается открытым и требует дополнительных исследований. У всех испытуемых определяли индивидуальный хронотип с помощью теста Остберга. При проведении анализа квазиаттракторов параметров вектора состояния орга-