

ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА В УСЛОВИЯХ ГОМЕОСТАТИЧЕСКОЙ ДИНАМИКИ МЕТЕОПАРАМЕТРОВ СЕВЕРА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

© 2019 г. О. Е. Филатова, Ю. В. Башкатова, Д. Ю. Филатова, *Л. К. Иляшенко

БУ ВО ХМАО – Югры «Сургутский государственный университет», Институт естественных и технических наук,
г. Сургут; *Филиал ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», г. Сургут

Проблема гомеостаза и особого гомеостатического поведения параметров функциональных систем организма человека на Севере Российской Федерации (в работе рассматривается сердечно-сосудистая система – ССС человека) рассматривается с новых позиций (новой теории хаоса – самоорганизации). После доказательства гипотезы Н. А. Бернштейна о «повторении без повторений» в биомеханике в виде статистической неустойчивости подряд получаемых выборок (у одного испытуемого в неизменном гомеостазе) возникает проблема объяснения механизмов такой неустойчивости. Одним из таких механизмов в появлении хаоса для кардиоинтервалов и других параметров ССС может быть хаотическая динамика параметров внешней среды обитания человека. Цель исследования – оценка влияния внешнего хаоса (параметров среды обитания человека) на внутренние регуляторные функции. Методами матриц парного сравнения выборок метеопараметров и расчета параметров квазиаттракторов получали информацию о состоянии метеопараметров среды обитания человека, которые демонстрируют стохастическую неустойчивость подряд получаемых выборок (одинаковые месяцы и одинаковые сезоны года). Результаты исследования показали, что средние значения площадей квазиаттракторов двух фазовых координат (Т, Р) различаются весьма существенно. Высказывается предположение, что такая хаотическая динамика способна индуцировать хаос параметров ССС. В работе доказывается гомеостатичность в поведении метеопараметров, которые могут существенно влиять на системы регуляции основных функций организма человека. Показана статистическая неустойчивость параметров среды обитания, которая весьма подобна динамике тремора и теппинга в эффекте Еськова – Зинченко. Выводы. Статистическая неустойчивость метеопараметров подобна гомеостазу живых систем. При этом механизмы регуляции ССС и метеопараметров среды обитания человека, безусловно, различны. Общим является особый хаос параметров x_i , который проявляется в статистической неустойчивости подряд получаемых выборок. Такая статистическая неустойчивость получила название эффекта Еськова – Зинченко, и она не имеет аналога в таких системах.

Ключевые слова: гомеостаз, метеопараметры, кардиоинтервалы, эффект Еськова-Зинченко, тремор, теппинг

HUMAN ORGANISM IN THE CONDITIONS OF HOMEOSTATIC DYNAMICS OF METEOROLOGICAL PARAMETERS OF THE RUSSIAN NORTH

O. E. Filatova, Yu. V. Bashkatova, D. Yu. Filatova, *L. K. Ilyashenko

Surgut State University Khanty-Mansiysk Autonomous Area, Institute of Natural and Technical Sciences, Surgut;
*Tyumen Industrial University, Surgut Branch, Surgut, Russia

The problem of homeostasis and especially homeostatic behavior of different parameters of the human body functional systems in the Russian North (human's cardiovascular system (CVS) is considered in the work) was reviewed from new perspective (new theory of chaos and self-organization). After proving of N. A. Bernstein's hypothesis about "repetition without repetition" in biomechanics as a statistical instability of obtained samples (in one subject with universal homeostasis) a problem explaining mechanisms of such instability appeared. One of the mechanisms of such stochastic chaos for RR intervals and over parameters of cardiovascular system may be connected with chaotic dynamics of parameters of the human environment. The purpose of the study is to assess the influence of external chaos (parameters of the human environment) on internal regulatory functions. Using the methods of paired comparison of samples of meteorological parameters and calculation of quasi-attractors' parameters, we obtained information on the state of meteorological parameters of the human environment, which demonstrate stochastic instability in succession of samples obtained (identical months and the same seasons of the year). The results of the study showed that the average values of the areas of quasi-attractors of two phase coordinates (T, P) differ very significantly. It is suggested that such chaotic dynamics can induce chaos of the CVS parameters. The paper proves homeostasis in the behavior of meteorological parameters, which can significantly affect the systems of regulation of the main functions of the human body. The statistical instability of the parameters of the human environment is shown, which is very similar to the dynamics of tremor and tapping in the Eskov-Zinchenko effect. Conclusions. The statistical instability of meteorological parameters is similar to the homeostasis of living systems. At the same time, the mechanisms of regulation of the CVS and meteorological parameters of the human environment are, of course, different. A common feature is the special chaos of the x_i parameters, which is manifested in the statistical instability in a row of the resulting samples. Such a statistical instability is called the Eskov - Zinchenko effect, and has no analogue in such systems.

Key words: homeostasis, meteorological parameters, RR intervals, Eskov-Zinchenko effect, tremor, tapping

Библиографическая ссылка:

Филатова О. Е., Башкатова Ю. В., Филатова Д. Ю., Иляшенко Л. К. Организм человека в условиях гомеостатической динамики метеопараметров Севера Российской Федерации //Экология человека. 2019. № 9. С. 24–30.

Filatova O. E., Bashkatova Yu. V., Filatova D. Yu., Ilyashenko L. K. Human Organism in the Conditions of Homeostatic Dynamics of Meteorological Parameters of the Russian North. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2019, 9, pp. 24-30.

Общеизвестно влияние климата и метеопараметров среды обитания на весь растительный и животный мир нашей планеты. Резкие похолодания или потепления могут влиять на численность особей в популяциях или на психическое состояние животных и человека. И если проблемам солнечного ветра и магнитных бурь на Земле было посвящено большое количество работ, то хаос метеопараметров среды обитания человека и его влияние на психическое и физиологическое состояние целых популяций (и отдельного человека) остается малоизученной проблемой экологии человека и естествознания в целом [1–5, 10–16].

Особенную актуальность эта проблема приобретает в связи с доказательством реальности эффекта Еськова — Зинченко, в котором показано отсутствие статистической устойчивости для подряд получаемых выборок треморограмм (ТМГ), теппинграмм (ТПГ), а затем и кардиоинтервалов, электромиограмм, электроэнцефалограмм и многих других параметров гомеостаза человека [10–18]. Неустойчивость любых параметров x_i гомеостаза организма человека порождает закономерную проблему объяснения механизмов такой статистической неустойчивости этих x_i .

Отметим, что внутренним механизмам эффекта Еськова — Зинченко уделяется особое внимание в рамках новой теории хаоса — самоорганизации — ТХС, где имеется статистический хаос как непрерывная хаотическая самоорганизация систем регуляции основных функциональных систем организма (ФСО) человека [1–16, 12–20]. При этом не лишена интереса и проблема влияния внешнего хаоса (параметров среды обитания человека) на внутренние регуляторные функции. Именно этой проблеме (с позиций «человек и среда обитания») и посвящается настоящее исследование, в котором доказывалось наличие аналогичного (гомеостатического) хаоса метеопараметров среды обитания человека, который может порождать хаос x_i для ФСО [12–20].

Методы

Общеизвестна проблема влияния колебаний электрических и магнитных полей на системы регуляции ФСО. В первую очередь речь идет о сердечно-сосудистой системе (ССС), которую в 1-й половине 20-го века активно изучал выдающийся биофизик профессор А. Л. Чижевский. Менее изучено влияние электромагнитных полей и гелиовозмущений на базовую ФСО человека — нервно-мышечную систему (НМС) организма человека. Хотя и здесь имеется целый ряд фундаментальных работ. Однако проблема влияния хаотически изменяющихся метеопараметров среды обитания (x_1 — T — температура, x_2 — P — давление, x_3 — R — относительная влажность) на состояние СССР и НМС остается все-таки наименее изученной проблемой экологии человека [1–5, 10–15, 18–20].

Именно этой проблеме мы и посвящаем наше соображение, но исходно мы рассматриваем ее с позиций гомеостатического поведения, нового понимания гомеостаза не только живых систем, но и других

природных систем. При этом главное внимание мы уделяем именно статистической неустойчивости поведения этих параметров, которые в общем случае образуют вектор состояния метеопараметров $x = x(t) = (x_1, x_2, x_3)^T$, в некотором трехмерном фазовом пространстве состояний (ФПС) [12–18].

Напомним, что в эффекте Еськова — Зинченко доказывалось отсутствие статистической устойчивости для подряд получаемых выборок, например, ТПГ [10–15]. Демонстрация такой неустойчивости представляется в виде матриц парного сравнения выборок ТМГ (или ТПГ) [13–18]. Именно в таких матрицах (при получении подряд 15 выборок ТМГ у испытуемого, находящегося в одном и том же гомеостазе) мы рассчитывали число пар k выборок (из всех 105 независимых пар сравнения в матрице 15×15), которые позволяют различать произвольные движения (тремор, с $k_1 \leq 5\%$ из всех разных 105 пар) от произвольных движений (ТПГ, для которого $k_2 \leq 20\%$ из всех 105 пар сравнения).

Результаты

1. Человек и внешняя среда обитания

Для примера мы показываем характерную матрицу парных сравнений 15 ТПГ от одного человека (в неизменном гомеостатическом состоянии), которые получены подряд при их регистрации. Для 15 ТПГ в табл. 1 демонстрируется $k_2 = 17$, и это весьма небольшая доля стохастики (из всех 105 пар сравнения). Очевидно, что теппинг реализуется с участием высшей нервной деятельности и ЦНС, где имеются определенные драйвы (управления), но они реализуются хаотически (доля стохастики менее 20%), и это происходит не только в НМС, но и в СССР [1–5, 10, 11, 20].

Сейчас мы высказываем гипотезу, что для метеопараметров среды обитания человека существуют тоже некоторые механизмы регуляции (безусловно, они бессознательные), но которые обеспечивают для нашего трехмерного вектора $x(t)$ некоторую картину, сходную по матрицам вида табл. 1. Для проверки этого утверждения достаточно изучить подряд (на протяжении 15 лет) выборки T, P, R для определенных месяцев года и построить по таким выборкам таблицы, подобные табл. 1. Мы это выполнили для 12 месяцев года в Югре за 15 лет наблюдения и получили по 12 матриц для каждого метеопараметра x_1, x_2, x_3 для каждого месяца года. Характерные примеры (для температуры $x_1 = T$) для таких матриц для января и июля (за 15 лет наблюдения) мы представляем в табл. 2 и табл. 3. Легко видеть, что эти матрицы различаются по числу k_3 и k_4 числа статистических совпадений выборок (у нас для T) по этим 15 повторным измерениям (выборкам) температуры (за один месяц года).

Еще более существенные различия мы имеем для осени (октябрь) и для весны (апрель). Здесь доля стохастики по температуре T минимальна. Анализируя эти значения k (как доли стохастики), мы можем утверж-

Таблица 1

Матрица парного сравнения выборок теппинграмм испытуемого ГДВ (число повторов $N = 15$), использовался критерий Вилкоксона (уровень значимости $p < 0.05$, число совпадений $k_2 = 17$)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		.56	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
2	.56		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
3	.00	.00		.00	.01	.04	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
4	.00	.00	.00		.73	.00	.02	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
5	.00	.00	.01	.73		.00	.05	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
6	.00	.00	.04	.00	.00		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
7	.00	.00	.00	.02	.05	.00		.00	.00	.02	.00	.00	.00	.12	.00
8	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.44	.01	.72	.00	.62	.11	.70
9	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.44		.00	.96	.00	.03	.00	.48
10	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.02	.01	.00		.01	.00	.11	.33	.00
11	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.72	.96	.01		.00	.28	.03	.36
12	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.00	.00	.00
13	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.62	.03	.11	.28	.00		.48	.16
14	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.12	.11	.00	.33	.03	.00	.48		.09
15	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.70	.48	.00	.36	.00	.16	.09	

Таблица 2

Матрица парного сравнения выборок температуры Т за январь 1991–2009 гг., использовался критерий Вилкоксона (уровень значимости $p < 0.05$, число совпадений $k_3 = 30$)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1991		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.62	.00	.00	.00	.00
1992	.00		.03	.01	.38	.50	.00	.98	.22	.15	.00	.00	.00	.80	.97
1993	.00	.03		.00	.05	.00	.37	.02	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
1994	.00	.01	.00		.11	.01	.00	.00	.20	.06	.04	.00	.00	.00	.00
1995	.00	.38	.05	.11		.71	.01	.66	.12	.59	.00	.00	.00	.76	.63
1996	.00	.50	.00	.01	.71		.00	.37	.98	.62	.01	.00	.00	.51	.32
1997	.00	.00	.37	.00	.01	.00		.01	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
1998	.00	.98	.02	.00	.66	.37	.01		.23	.05	.00	.00	.00	.56	.67
1999	.00	.22	.00	.20	.12	.98	.00	.23		.94	.00	.00	.00	.40	.08
2000	.00	.15	.00	.06	.59	.62	.00	.05	.94		.00	.00	.00	.01	.05
2001	.62	.00	.00	.04	.00	.01	.00	.00	.00	.00		.00	.00	.00	.00
2002	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.00	.00	.00
2003	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.00	.00
2004	.00	.80	.00	.00	.76	.51	.00	.56	.40	.01	.00	.00	.00		.97
2005	.00	.97	.00	.00	.63	.32	.00	.67	.08	.05	.00	.00	.00	0.97	

дать, что осень и весна — это наиболее хаотические сезоны года. Для этих месяцев (октябрь и апрель) доля стохастики минимальна, а хаос (статистических функций распределения $f(x)$) превалирует, т. е. мы имеем максимальную статистическую неустойчивость метеопараметров именно осенью и весной.

С биологической точки зрения можно ожидать, что большая доля хаоса способствует «расшатыванию» параметров ФСО, в первую очередь ССС и НМС. Это влияет и на психическое состояние человека, возникают процессы низкой стохастической устойчивости параметров ССС и НМС. В итоге люди должны чаще болеть (обостряются и хронические заболевания), снижается иммунитет и т. д. [14, 15, 20].

Одновременно возникает и проблема описания такого особого хаоса метеопараметров, но не в рамках стохастики, которая демонстрирует низкую эффективность [11–20]. Сейчас для описания статистической неустойчивости параметров ФСО мы активно привлекаем аппарат компартментно-кластерной теории биосистем, который был разработан В. М. Еськовым в конце 20-го века [6–9].

2. Квазиаттракторы $x(t)$ как модели метеопараметров

Очевидно, что использовать статистические таблицы (вида табл. 2 и табл. 3) можно, но это все очень громоздко и требует затрат большого времени на сбор и обработку данных. В рамках новой ТХС мы

Таблица 3

Матрица парного сравнения выборок температуры T за июль 1991–2009 гг.,
использовался критерий Вилкоксона (уровень значимости $p < 0.05$, число совпадений $k_4 = 39$)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1995		.06	.00	.01	.02	.06	.02	.02	.09	.16	.39	.87	.00	.45	.93
1996	.06		.00	.44	.00	.00	.00	.85	.00	.00	.00	.03	.00	.00	.15
1997	.00	.00		.00	.00	.00	.02	.00	.01	.00	.00	.00	.00	.00	.00
1998	.01	.44	.00		.00	.00	.00	.38	.00	.00	.00	.01	.00	.00	.00
1999	.02	.00	.00	.00		.60	.20	.00	.81	.95	.06	.11	.00	.22	.19
2000	.06	.00	.00	.00	.60		.15	.00	.92	.41	.09	.11	.00	.04	.02
2001	.02	.00	.02	.00	.20	.15		.00	.34	.05	.03	.01	.00	.00	.00
2002	.02	.85	.00	.38	.00	.00	.00		.00	.00	.00	.03	.00	.00	.03
2003	.09	.00	.01	.00	.81	.92	.34	.00		.45	.16	.25	.00	.21	.05
2004	.16	.00	.00	.00	.95	.41	.05	.00	.45		.58	.15	.00	.15	.01
2005	.39	.00	.00	.00	.06	.09	.03	.00	.16	.58		.76	.00	.87	.56
2006	.87	.03	.00	.01	.11	.11	.01	.03	.25	.15	.76		.00	.40	.68
2007	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.00	.00
2008	.45	.00	.00	.00	.22	.04	.00	.00	.21	.15	.87	.40	.00		.19
2009	.93	.15	.00	.00	.19	.02	.00	.03	.05	.01	.56	.68	.00	.19	

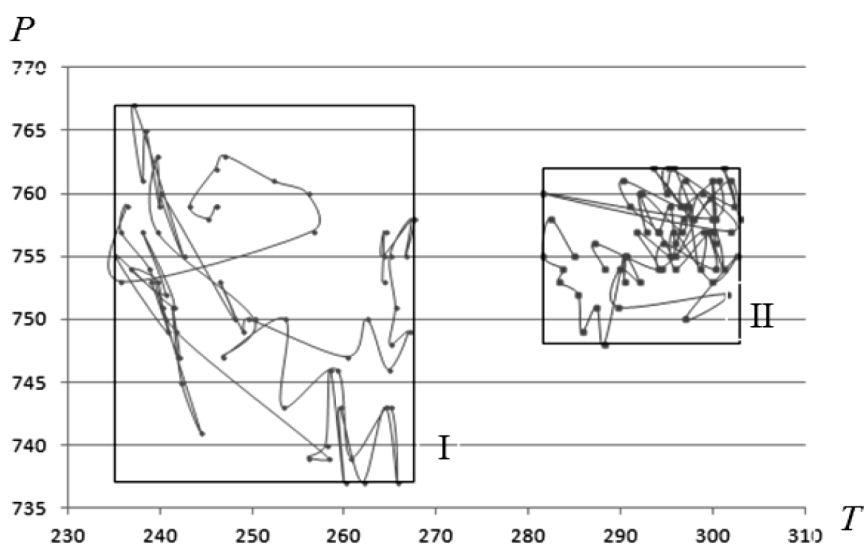
предложили рассчитать параметры квазиаттракторов (КА) для фазовых координат [9–18]. У нас это x_1 , x_2 , x_3 , для которых можно построить фазовые плоскости или трехмерные фазовые пространства состояний [5, 10–16, 18–20].

Для упрощения иллюстрации выполняемого подхода мы сейчас представляем двумерные фазовые плоскости для двух координат $x_1 - T$ и $x_2 - P$. Внешний вид фазовых плоскостей и фазовых траекторий для координат $(T, P)^T$ мы представляем на рисунке для января – I и июля – II (правый прямоугольник как характерный КА). Очевидно, что они существенно различаются по площади ($S_{\text{июл}} = 299$ у. е., $S_{\text{января}} = 972$ у. е.) и занимают разные области в этом двумерном ФПС.

Согласно требованиям кинематики для систем тре-

тьего типа – *complexity* (как эволюции гомеостатических систем) мы должны регистрировать двукратное изменение S для КА (см. рисунок) [10–13, 15–20] или выход 2-го КА за пределы 1-го (у нас это на рисунке тоже демонстрируется). Кратное изменение площади 2-го КА₂ по отношению к площади 1-го КА₁ характерно и для табл. 4, где представлены S КА₁ и КА₂. Здесь $S_{\text{января}}$ более чем в 3 раза больше $S_{\text{июля}}$, и это тоже можно рассматривать как эволюционные изменения гомеостатической системы (у нас речь идет о гомеостазе метеопараметров среды обитания человека), что и показано на рисунке.

Очевидно, что кратные изменения площади КА и выход 2-го КА₂ за пределы 1-го должно приводить к существенным изменениям и в системах регуляции CCC и НМС человека, проживающего на Севере



Динамика изменения площадей S квазиаттракторов погодно-климатических показателей (T, P) (I – для января $S_{\text{января}} = 972$ у. е., II – для июля $S_{\text{июля}} = 299$ у. е.)

РФ (эти данные мы приводим для Югры). Возникает вопрос об устойчивости таких изменений, т. е. какие существенные изменения характерны для всех 15 январей и 15 июлей?

Таблица 4

Значение площадей S квазиаттракторов погодно-климатических показателей (T , P) для двух месяцев (январь и июль) за 15 лет измерений

	$S_{\text{январь}}$	$S_{\text{июль}}$
1	814,0	434,7
2	1020,0	405,0
3	708,4	385,9
4	1017,6	317,9
5	1092,0	237,6
6	1186,6	354,0
7	1552,5	389,5
8	972,0	299,6
9	705,6	292,6
10	525,2	325,8
11	1330,1	138,0
12	387,8	519,2
13	344,0	168,0
14	431,2	336,0
15	756,0	265,1
<S>	856,2	324,6

Для иллюстрации мы представляем табл. 4 с расчетом площадей S для КА (в координатах (T , P)) для всех 15 лет (в Югре). Очевидно, что средние значения площадей КА этих двух фазовых координат (T , P) различаются весьма существенно. Для января мы имеем среднее значение КА $\langle S_{\text{январь}} \rangle = 856,2$ у. е., а для июля $\langle S_{\text{июль}} \rangle = 324,6$ у. е. Эти кратные (менее чем в 3 раза, но больше, чем в 2 раза!) различия с позиций ТХС можно характеризовать как существенные (эволюционные [10–14, 18]), и они могут существенно изменить состояние ФСО, например ССС, порождать статистическую неустойчивость параметров ССС (в том числе и при переездах с Севера РФ на Юг и обратно).

Таким образом, сейчас мы можем говорить о подобию гомеостатического регулирования метеопараметров среды обитания человека гомеостазу самих ФСО (у нас был пример для НМС в виде табл. 1 для теппинга). Очевидно, что механизмы регуляции функций организма (гомеостаза) существенно отличаются от гомеостатического представления метеопараметров. Однако статистический хаос метеопараметров способен существенно влиять на регуляторные механизмы как у ССС, НМС, так и психического состояния человека в целом [1–5, 14, 15, 20].

Обсуждение результатов

Современная теория гомеостаза основывается на статистической неустойчивости у подряд получаемых выборок для одного и того же организма человека,

находящегося в одном, неизменном гомеостазе. Эта гомеостатическая неизменность характеризуется стохастическим хаосом подряд получаемых выборок x_i , но при этом при их парном сравнении для разных видов регуляторных систем (разных ФСО) все-таки регистрируется некоторая (небольшая) доля стохастики. Для тремора (из 105 независимых пар сравнения выборок ТМГ) число пар k_1 , статистически совпадающих, весьма невелико — $k_1 \leq 7$, для теппинга обычно $k_2 \leq 20$.

Таким образом, матрицы парных сравнений выборок параметров ФСО (или у нас — метеопараметров) являются эффективным инструментом оценки гомеостаза для таких сложных (гомеостатических) систем. Оказалось, что метеопараметры среды обитания человека тоже демонстрируют стохастическую неустойчивость подряд получаемых выборок (у нас это одинаковые месяцы и одинаковые сезоны года). Матрицы парных сравнений T , P , R тоже демонстрируют статистическую неустойчивость, и они подобны биологическим гомеостатическим системам (хотя внутренние механизмы регуляции иные).

Для оценки динамики таких (подобных, гомеостатических) систем предлагается также рассчитывать площади (или объемы) КА и производить анализ существенных (или несущественных) различий этих КА. С позиций развиваемой ТХС существенные изменения характеризуются двукратным (и более) изменением площади (объема) КА или выходом 2-го КА₂ за пределы 1-го КА₁. Именно это мы и продемонстрировали на примере сравнения КА для января и июля (за 15 лет наблюдения).

Заключение

Высказывается предположение, что статистическая неустойчивость метеопараметров может влиять на динамику систем регуляции функций организма (у нас это ФСО: НМС и ССС). Косвенно это проявляется в общем и широко известном факте: в осенний и весенний сезоны обостряются хронические заболевания, люди чаще болеют инфекционными заболеваниями, чаще встречаются психические расстройства (и обострения) и особенно обостряются сердечно-сосудистые заболевания. Хаос метеопараметров «расшатывает» и системы регуляции ССС, и чаще наблюдаются инфаркты и инсульты у населения северных территорий РФ (впрочем, и средняя полоса РФ тоже демонстрирует нарастание заболеваний ССС в осенний и весенний сезоны года).

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 18-07-00161 А «Разработка вычислительной системы мониторинга и моделирования параметров организма жителей Севера РФ».

Авторство

Филатова О. Е. подготовила первый вариант статьи, окончательно утвердила присланную в редакцию рукопись; Башкатова Ю. В. внесла существенный вклад в получение и анализ данных; Филатова Д. Ю. внесла существенный вклад в концепцию и дизайн исследования; Иляшенко Л. К. участвовала в анализе данных.

Авторы подтверждают отсутствие конфликта интересов.

Филатова Ольга Евгеньевна — ORCID 0000-0001-7761-9045; SPIN 9053-6185
 Башкатова Юлия Владимировна — ORCID 0000-0002-5862-3417; SPIN 8991-6566
 Филатова Диана Юрьевна — ORCID 0000-0002-8052-3148; SPIN 5756-3070
 Иляшенко Любовь Кирилловна — ORCID 0000-0002-7637-8590; SPIN 6071-4770

Список литературы

1. Гараева Г. Р., Еськов В. М., Еськов В. В., Гудков А. Б., Филатова О. Е., Химикова О. И. Хаотическая динамика кардиоинтервалов трёх возрастных групп представителей коренного населения Югры // *Экология человека*. 2015. № 9. С. 50–55.
2. Еськов В. В., Филатова О. Е., Гавриленко Т. В., Химикова О. И. Прогнозирование долгожительства у российской народности ханты по хаотической динамике параметров сердечно-сосудистой системы // *Экология человека*. 2014. № 11. С. 3–8.
3. Еськов В. В. Возможности термодинамического подхода в электромиографии // *Вестник кибернетики*. 2017. № 4 (28). С. 109–115.
4. Еськов В. В. Эволюция систем третьего типа в фазовом пространстве состояний // *Вестник кибернетики*. 2017. № 3 (27). С. 53–58.
5. Betelin V. B., Eskov V. M., Galkin V. A., Gavrilenko T. V. Stochastic Volatility in the Dynamics of Complex Homeostatic Systems // *Doklady Mathematics*. 2017. Vol. 95. N 2. P. 1–3.
6. Eskov V. M. Hierarchical respiratory neuron networks // *Modelling, Measurement and Control C*. 1995. Vol. 48 (1–2). P. 47–63.
7. Eskov V. M., Filatova O. E. Respiratory rhythm generation in rats: The importance of inhibition // *Neurophysiology*. 1995. Vol. 25 (6). P. 348–353.
8. Eskov V. M., Filatova O. E., Ivashenko V. P. Computer identification of compartmental neuron circuits // *Measurement Techniques*. 1994. Vol. 37 (8). P. 967–971.
9. Eskov V. M., Kulaev S. V., Popov Yu. M., Filatova O. E. Computer technologies in stability measurements on stationary states in dynamic biological systems // *Measurement Techniques*. 2006. Vol. 49 (1). P. 59–65.
10. 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. Vol. 54 (7). P. 832–837.
11. 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. 22 (9). P. 1096–1100.
12. Eskov V. M. Evolution of the emergent properties of three types of societies: The basic law of human development // *Emergence: Complexity and Organization*. 2014. Vol. 16 (2). P. 107–115.
13. 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 (5). P. 406–411.
14. Eskov V. M., Eskov V. V., Gavrilenko T. V., Vochmina J. V. Biosystem kinematics as evolution: Stationary modes and movement speed of complex systems: Complexity // *Moscow University Physics Bulletin*. 2015. Vol. 70 (2). P. 140–152.

15. Eskov V. M., Eskov V. V., Vochmina J. V., Gavrilenko T. V. The evolution of the chaotic dynamics of collective modes as a method for the behavioral description of living systems // *Moscow University Physics Bulletin*. 2016. Vol. 71 (2). P. 143–154.
16. Eskov V. M., Eskov V. V., Vochmina Y. V., Gorbunov D. V., Ilyashenko L. K. Shannon entropy in the research on stationary regimes and the evolution of complexity // *Moscow University Physics Bulletin*. 2017. Vol. 72, N 3. P. 309–317.
17. Eskov V. M., Eskov V. V., Gavrilenko T. V., Vochmina Yu. V. Formalization of the Effect of “Repetition without Repetition” Discovered by N. A. Bernshtein // *Biofizika*. 2017. Vol. 62, N 1. P. 168–176.
18. Eskov V. V., Gavrilenko T. V., Eskov V. M., Vochmina Yu. V. Phenomenon of statistical instability of the third type systems — complexity // *Technical Physics*. 2017. Vol. 62, N 11. P. 1611–1616.
19. Zilov V. G., Eskov V. M., Khadartsev A. A., Eskov V. V. Experimental Verification of the Bernstein Effect “Repetition without Repetition” // *Bulletin of experimental biology and medicine*. 2017. Vol. 163, N 1. P. 1–5.
20. Zilov V. G., Khadartsev A. A., Eskov V. V., Eskov V. M. Experimental Study of Statistical Stability of Cardiac Interval Samples // *Bulletin of experimental biology and medicine*. 2017. Vol. 164, N 2. P. 115–117.

References

1. Garaeva G. R., Eskov V. M., Eskov V. V., Gudkov A. B., Filatova O. E., Khimikova O. I. Chaotic dynamics of cardiointervals in three age groups of indigenous people of Ugra. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2015, 9, pp. 50–55. [In Russian]
2. Eskov V. V., Filatova O. E., Gavrilenko T. V., Khimikova O. I. Prediction of Khanty people life expectancy according to chaotic dynamics of their cardiovascular system parameters. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2014, 11, pp. 3–8. [In Russian]
3. Eskov V. V. Possibilities of the thermodynamic approach in electromyography. *Vestnik kibernetiki* [Bulletin of Cybernetics]. 2017, 4 (28), pp. 109–115. [In Russian]
4. Eskov V. V. Evolution of systems of the third type in the phase space of states. *Vestnik kibernetiki* [Bulletin of Cybernetics]. 2017, 3 (27), pp. 53–58. [In Russian]
5. Betelin V. B., Eskov V. M., Galkin V. A., Gavrilenko T. V. Stochastic Volatility in the Dynamics of Complex Homeostatic Systems. *Doklady Mathematics*. 2017, 95, 2, pp. 1–3.
6. Eskov V. M. Hierarchical respiratory neuron networks. *Modelling, Measurement and Control C*. 1995, 48 (1–2), pp. 47–63.
7. Eskov V. M., Filatova O. E. Respiratory rhythm generation in rats: The importance of inhibition. *Neurophysiology*. 1995, 25 (6), pp. 348–353.
8. Eskov V. M., Filatova O. E., Ivashenko V. P. Computer identification of compartmental neuron circuits. *Measurement Techniques*. 1994, 37 (8), pp. 967–971.
9. Eskov V. M., Kulaev S. V., Popov Yu. M., Filatova O. E. Computer technologies in stability measurements on stationary states in dynamic biological systems. *Measurement Techniques*. 2006, 49 (1), pp. 59–65.
10. 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, 54 (7), pp. 832–837.

11. 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, 22 (9), pp. 1096-1100.
12. Eskov V. M. Evolution of the emergent properties of three types of societies: The basic law of human development. *Emergence: Complexity and Organization*. 2014, 16 (2), pp. 107-115.
13. 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, 69 (5), pp. 406-411.
14. Eskov V. M., Eskov V. V., Gavrilenko T. V., Vochmina J. V. Biosystem kinematics as evolution: Stationary modes and movement speed of complex systems: Complexity. *Moscow University Physics Bulletin*. 2015, 70 (2), pp. 140-152.
15. Eskov V. M., Eskov V. V., Vochmina J. V., Gavrilenko T. V. The evolution of the chaotic dynamics of collective modes as a method for the behavioral description of living systems. *Moscow University Physics Bulletin*. 2016, 71 (2), pp. 143-154.
16. Eskov V. M., Eskov V. V., Vochmina Y. V., Gorbunov D. V., Ilyashenko L. K. Shannon entropy in the research on stationary regimes and the evolution of complexity. *Moscow University Physics Bulletin*. 2017, 72 (3), pp. 309-317.
17. Eskov V. M., Eskov V. V., Gavrilenko T. V., Vochmina Yu. V. Formalization of the Effect of "Repetition without Repetition" Discovered by N.A. Bernshtein. *Biofizika*. 2017, 62 (1), pp. 168-176.
18. Eskov V. V., Gavrilenko T. V., Eskov V. M., Vochmina Yu. V. Phenomenon of statistical instability of the third type systems - complexity. *Technical Physics*. 2017, 62 (11), pp. 1611-1616.
19. Zilov V. G., Eskov V. M., Khadartsev A. A., Eskov V. V. Experimental Verification of the Bernstein Effect "Repetition without Repetition". *Bulletin of experimental biology and medicine*. 2017, 163 (1), pp. 1-5.
20. Zilov V. G., Khadartsev A. A., Eskov V. V., Eskov V. M. Experimental Study of Statistical Stability of Cardiointerval Samples. *Bulletin of experimental biology and medicine*. 2017, 164 (2), pp. 115-117.

Контактная информация:

Башкатова Юлия Владимировна — кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры экологии и биофизики Института естественных и технических наук БУ ВО «Сургутский государственный университет»
Адрес: 628412, ХМАО, г. Сургут, пр. Ленина, д. 1
E-mail: yuliya-bashkatova@yandex.ru