

УДК [612.1-053.7:612.017](571.122)

ИНТЕГРАЛЬНО-ВРЕМЕННЫЕ И СПЕКТРАЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ ДЕТСКО-ЮНОШЕСКОГО НАСЕЛЕНИЯ ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА – ЮГРЫ В УСЛОВИЯХ ШИРОТНЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ

© 2018 г. Л. С. Шакирова, Д. Ю. Филатова, Л. К. Иляшенко, Ю. В. Башкатова

БУ ВО «Сургутский государственный университет», г. Сургут

Цель настоящего исследования – установление статистических и хаотических закономерностей поведения параметров сердечно-сосудистой системы школьников Ханты-Мансийского автономного округа – Югры при широтных перемещениях (с Севера на Юг Российской Федерации и обратно) и действии различных климатогеографических факторов. *Методом* пульсоинтервалографии на базе приборно-программного обеспечения пульсоксиметра «ЭЛОКС-01» получали информацию о состоянии показателей сердечно-сосудистой системы детско-юношеского населения. *Результаты*. После двухнедельного отдыха объём квазиаттрактора школьников снижался, что свидетельствует об активизации регуляторных механизмов сердечно-сосудистой системы и хорошем оздоровляющем эффекте двухнедельного пребывания детей на Юге страны. По прилёту в г. Сургут объём квазиаттрактора у девочек снижался, а у мальчиков резко в 6 раз возрастал. Таким образом, у девочек реакция сердечно-сосудистой системы более выраженная и стойкая, чем у мальчиков, которые показали частичный возврат в исходное состояние, то есть недостаточную сформированность адаптационных механизмов. Выявлены серьезные гендерные различия, которые для мальчиков следует представлять как ухудшающие параметры сердечно-сосудистой системы. *Выводы*. В рамках нового подхода с позиций теории хаоса – самоорганизации изучены особенности параметров сердечно-сосудистой системы детско-юношеского населения при действии различных климатогеографических факторов. С помощью новых методов были проанализированы гендерные особенности вегетативной регуляции организма школьников до и после оздоровительных мероприятий на Юге России.

Ключевые слова: теория хаоса – самоорганизации, кардиоинтервалы, функциональная система организма, детско-юношеское население, Югра, Север, адаптация

INTEGRALLY-TEMPORAL AND SPECTRAL PARAMETERS OF CARDIOVASCULAR SYSTEM OF PRE-ADOLESCENT POPULATION OF KHANTY-MANSI AUTONOMOUS OKRUG - UGRA UNDER THE CONDITIONS OF LATITUDINAL DISPLACEMENTS

L. S. Shakirova, D. Yu. Filatova, L. K. Ilyashenko, Yu. V. Bashkatova

Surgut State University, Surgut, Russia

The aim of the study is to establish statistical and chaotic regularities in the parameters behavior of the cardiovascular system in schoolchildren of the Khanty-Mansi Autonomous Okrug - Ugra at latitudinal displacements (from the North to the South of the Russian Federation and vice versa) and the effects of various climatic and geographic factors. *Methods*. Using pulse-intervalography method on the basis of the pulseoxymetry device "ELOKS-01" (instrumental software) information on the state of the cardiovascular system of the children and youth population was received. *Results*. After a two-week rest, the volume of the students' quasiattractor decreased, which indicated the activation of the regulatory mechanisms of the cardiovascular system and the healthful effect after a two-week stay in the South of Russia. Upon arrival in Surgut, the volume of the quasiattractor in girls decreased, and in boys increased sharply by 6 times. Thus, in girls, the response of the cardiovascular system was more pronounced and persistent than in boys, which showed a partial return to the initial state i.e. an insufficient formation of adaptive mechanisms. Serious gender differences were revealed which derated the cardiovascular system for boys. *Conclusions*. Within the framework of the new approach from the perspective of the chaos-self-organization theory, the features of the cardiovascular system's parameters of pre-adolescent population under the influence of various climatic and geographical factors were studied. Be means of new methods gender peculiarities of vegetative regulation of the organism of schoolchildren before and after the recreation activity in the South of Russia were analyzed.

Key words: theory of chaos-self-organization, RR intervals, functional system of the organism, pre-adolescent population, Ugra, North, adaptation

Библиографическая ссылка:

Шакирова Л. С., Филатова Д. Ю., Иляшенко Л. К., Башкатова Ю. В. Интегрально-временные и спектральные параметры сердечно-сосудистой системы детско-юношеского населения Ханты-Мансийского автономного округа – Югры в условиях широтных перемещений // Экология человека. 2018. № 11. С. 32–36.

Shakirova L. S., Filatova D. Yu., Ilyashenko L. K., Bashkatova Yu. V. Integrally-Temporal and Spectral Parameters of Cardiovascular System of Pre-Adolescent Population of Khanty-Mansi Autonomous Okrug - Ugra under the Conditions of Latitudinal Displacements. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2018, 11, pp. 32-36.

Проживание в северных регионах Российской Федерации (РФ) накладывает определенный отпечаток на работу различных функциональных систем организма (ФСО) человека [1, 3, 16]. Состояние здоровья детского населения Ханты-Мансийского автономного округа — Югры (ХМАО — Югры) находится под постоянным воздействием различных факторов риска, что может способствовать в будущем срыву адаптации и формированию специфической северной патологии. Важную роль в исследовании реакций стресс-лимитирующих систем детского организма на воздействие экстремальных факторов Севера РФ играют показатели активности вегетативной регуляции сердечно-сосудистой системы (ССС) [8, 16]. Особый интерес представляют вопросы идентификации перехода от нормы к нозологическим состояниям организма детского населения округа [15, 23].

В настоящее время эффективность оздоровительных мероприятий в медицине оценивают путём статистического сравнения отдельных диагностических признаков. Традиционные стохастические методы при этом обладают рядом недостатков и могут ошибочно показать отсутствие реальных изменений. Низкая эффективность стохастических методов в медицине доказывается наличием неопределенности 1-го типа [2, 4–6, 9, 10, 17–22].

С помощью новых подходов и программных продуктов в рамках теории хаоса и самоорганизации [10–14] можно идентифицировать параметры квазиаттракторов (КА), которые существенно отличаются у школьников при широтных перемещениях. Использование данных методов в настоящем исследовании позволило объективно оценить адаптационные и функциональные резервы детского организма до и после отдыха на Юге РФ, обозначить динамику изменения параметров кардиореспираторной системы организма школьников при широтных перемещениях как некоторый хаотический процесс, но не в рамках динамического хаоса Лоренца [9, 12–18].

Целью настоящего исследования является установление статистических и хаотических закономерностей поведения параметров ССС школьников ХМАО — Югры при широтных перемещениях (с Севера на Юг РФ и обратно) и действия различных климатогеографических факторов.

Методы

В ходе проведения настоящего исследования использовались результаты мониторингового обследования состояния ССС 55 учащихся (25 мальчиков и 30 девочек) г. Сургута. Предметом анализа явились изменения параметров ССС обследованных до и после широтных перемещений с Севера на Юг РФ — Туапсе и обратно в условиях проведения оздоровительных мероприятий на Юге. Исследования проводились в марте, температура воздуха составляла в Сургуте $-8...-16$ °С, в Туапсе $+8...+21$ °С. Критерии включения в исследование: возраст 7–11 лет; отсутствие жалоб на состояние здоровья в период проведения обследований. Критерии исключения: болезнь в

период обследования. Школьники были разбиты на группы по половому признаку (девочки и мальчики). В каждой группе тестирование выполнялось в четырех временных промежутках: до отъезда детей в оздоровительный лагерь «Юный нефтяник»; по прилету на Юг; в конце отдыха перед вылетом домой; непосредственно по прилету в г. Сургут.

Информацию о состоянии параметров ССС учащихся получали методом пульсоинтервалографии на базе приборно-программного обеспечения пульсоксиметра «ЭЛОКС-01». Снимали показатели с помощью пульсоксиметрического датчика, который надевался в виде прищепки на указательный палец. В период регистрации показателей школьники находились в сидячем положении. Рука испытуемого в момент обследования находилась на столе, на уровне сердца. Полученные выборки кардиоинтервалов (КИ) были обработаны с помощью программного продукта «ELOGRAPH», которым снабжен прибор. Этот программный продукт в автоматическом режиме отображает изменение в виде ряда показателей в режиме реального времени с одновременным построением гистограмм распределения длительности КИ. Полученные данные были исследованы, артефакты исключены из расчетов (особенно первые 20–30 точек измерений КИ) [6, 15, 16, 23]. Выбор метода был связан с тем, что ритм сердечных сокращений является наиболее доступным для регистрации физиологических параметров состояний вегетативной нервной системы (ВНС) [2, 4–6, 9–11].

Регистрация параметров ССС обследуемых производилась в общем тринадцатимерном фазовом пространстве состояний (ФПС) общего вектора состояния ССС в виде $x = x(t) = (x_1, x_2, \dots, x_m)^T$, где $m = 13$. Эти координаты x_i состояли из: x_1 — *SIM* (показатель активности симпатического отдела 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 КИ, мс); x_5 — *INB* (индекс напряжения (по Р. М. Баевскому)); x_6 — *SPO₂* — уровень оксигенации крови; 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_{11} — *LF(p)* (низкочастотный компонент спектра в нормализованных единицах); x_{12} — *HF(p)* (высокочастотный компонент спектра в нормализованных единицах); x_{13} — *LF/HF* (отношение низкочастотной составляющей к высокочастотной) [15, 16, 23].

Исследование производилось в рамках традиционной математической статистики при помощи программных пакетов Excel MS Office-2003 и Statistica 6.1. На основе вычисления критерия Шапиро — Уилка оценивалось распределение признака на соответствие нормальному закону распределения (при критическом уровне значимости, принятым равным $p > 0,05$). Не все описываемые параметры подчиняются закону нормального распределения, поэтому дальнейшие исследования зависимостей производились методами непараметрической статистики. При описании асим-

метричных распределений использовалась медиана, в качестве мер рассеяния – процентиля (5-й и 95-й). Для сравнения трёх и более связанных выборок, данные в которых не подчиняются закону нормального распределения, применяется критерий Фридмана (Ранговый ДА (Фридмана) – *FriedmanTest*). Применение критерия Фридмана показало наличие статистически значимых различий между четырьмя группами. Однако между какими группами существуют различия, мы определили с помощью критерия Вилкоксона. Количество возможных попарных сравнений с помощью непараметрического критерия Вилкоксона было рассчитано по формуле: $n = 0,5N(N-1)$, где N – количество изучаемых групп.

Одновременно для учёта элементов хаоса в динамике параметров ССС нами использовались новые методы в рамках теории хаоса – самоорганизации, которые обеспечили расчёт параметров КА (объём (V_G) и параметр асимметрии (R_x)). Обработка параметров КА производилась с помощью авторских программных продуктов «Программы идентификации параметров квазиаттракторов поведения вектора состояния биосистем в m -мерном фазовом пространстве» (Еськов В. М., Брагинский М. Я., Русак С. Н., Устименко А. А., Добрынин Ю. В. Свидетельство № 2006613212 от 13.09.2006 г.).

Результаты

Результаты обработки данных показателей ССС школьников в условиях широтных перемещений (с Севера на Юг РФ и обратно) показали существенные проблемы именно с позиций стохастичности.

Выполненный анализ попарных сравнений интегрально-временных параметров x_i ССС с использованием критерия Вилкоксона продемонстрировал (табл. 1), что статистически значимые различия между 1-й и 2-й, 1-й и 3-й группами выявлено только по показателю SpO_2 (критерий Вилкоксона составляет $p = 0,01$ и $p = 0,00$ соответственно). Это значит, что резких изменений по остальным показателям ССС, в частности по показателям ВНС после приезда на Юг и двухнедельного отдыха, по сравнению с состоянием до отъезда не наблюдается. Статистически значимые различия при сравнении 1-й и 3-й групп девочек выявлены только в некоторых случаях по показателям PAR , SSS , $SDNN$ ($p = 0,02$, $p = 0,01$ и $p = 0,03$ соответственно). Анализ сравнения параметров в конце отдыха и непосредственно по возвращении в Сургут выявил у группы мальчиков статистически значимые различия для некоторых пар сравнения показателей PAR , SSS , SpO_2 . У девочек статистические различия показали параметры SIM , SSS при сравнении их в конце отдыха и непосредственно по возвращении в Сургут, что демонстрирует отсутствие резких изменений до и после широтных перемещений и отдыха в параметрах ССС организма школьников. Отсутствуют статистически значимые различия при сравнении параметра SIM при анализе группы мальчиков (во всех состояниях) и параметра INB при сравнении девочек (во всех состояниях).

Уровни значимости p для попарных сравнений интегрально-временных параметров x_i сердечно-сосудистой системы школьников при широтных перемещениях в четырех связанных выборках с помощью критерия Вилкоксона ($p < 0,05$)

Группы сравнения	Уровни значимости p для признаков x_i					
	SIM	PAR	SSS	SDNN	INB	SpO_2
Мальчики ($n=25$)						
1 и 2	0,50	0,37	0,19	0,09	0,07	0,00
1 и 3	0,40	0,97	0,85	0,68	0,92	0,00
1 и 4	0,08	0,01	0,00	0,01	0,04	0,66
2 и 3	1,00	0,79	0,79	0,77	0,65	0,57
2 и 4	0,16	0,06	0,02	0,15	0,04	0,07
3 и 4	0,24	0,03	0,04	0,14	0,13	0,03
Девочки ($n=30$)						
1 и 2	0,47	0,24	0,28	0,07	0,16	0,84
1 и 3	0,10	0,02	0,01	0,03	0,06	0,47
1 и 4	0,87	0,13	0,36	0,29	0,63	0,66
2 и 3	0,26	0,11	0,09	0,20	0,19	0,03
2 и 4	0,85	0,79	0,46	0,65	0,69	0,68
3 и 4	0,02	0,12	0,02	0,11	0,27	0,78

Анализ попарных сравнений спектральных параметров x_i ССС с использованием критерия Вилкоксона продемонстрировал отсутствие статистически значимых различий при сравнении параметров LF , LF_{norm} , Hf_{norm} и LF/HF при анализе группы мальчиков и VLF , LF , $Total$ группы девочек (во всех состояниях) ($p > 0,05$). Это также говорит об отсутствии резких изменений до и после широтных перемещений в спектральных параметрах ССС школьников.

Отсутствие существенных статистически значимых различий при сравнении большинства параметров ССС подчеркивает низкую эффективность использования детерминистско-стохастического подхода. В рамках стохастического подхода широтные перемещения, смена климатической зоны и двухнедельный отдых несут существенное влияние на параметры ССС. Данные не показывают существенных изменений функциональной деятельности в механизмах адаптации [6, 15, 16, 23].

Следующий этап исследования посвящен расчету параметров КА в шестимерном фазовом пространстве интегрально-временных показателей и в семимерном фазовом пространстве спектральных показателей ССС школьников в 4 точках исследования.

На рис. 1 представлена динамика изменения объемов КА интегрально-временных параметров школьников в четырех состояниях. После приезда в оздоровительный лагерь (2-я точка) объем КА у мальчиков уменьшился в 4,8 раза, а у девочек в 1,8 по сравнению с 1-й точкой (до отъезда). После двухнедельного отдыха объем КА школьников продолжает снижаться, что свидетельствует об активизации регуляторных механизмов ССС и хорошем оздоравливающем эффекте пребывания детей на Юге страны. По прилёту в Сургут (4-я точка) объём

КА у девочек продолжает снижаться, а у мальчиков резко возрастает в 6 раз. Таким образом, у девочек реакция ССС более выраженная и стойкая, чем у мальчиков, которые показали в 4-й точке частичный возврат в исходное состояние, то есть недостаточную сформированности адаптационных механизмов. Характерно, что девочки уже исходно имеют низкие значения V_G для КА (у мальчиков в 1-й точке объем КА более чем в 2 раза выше, чем у девочек), но они дают устойчивую картину снижения V_G в ходе отдыха и по возвращении в Югру, что характеризует эффект выздоровления на Юге как устойчивый (чего нет у мальчиков).

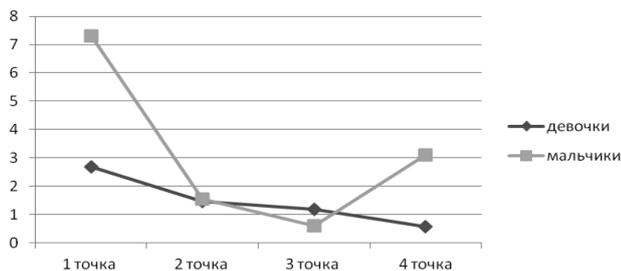


Рис. 1. Динамика изменения объемов квазиаттракторов (у. е.) интегрально-временных параметров сердечно-сосудистой системы школьников при широтных перемещениях
Примечание для рис. 1 и 2. 1 точка исследования – до отъезда из Сургута; 2 точка – приезд в оздоровительный лагерь; 3 точка – отъезд из лагеря в Сургут; 4 точка – приезд в Сургут.

Одновременно параметры КА спектральных характеристик дают обратную реакцию в семимерном ФПС. Как видно из рис. 2, объем КА в группе мальчиков после приезда в оздоровительный лагерь увеличился в 2,6 раза, однако после двухнедельного отдыха (по сравнению с девочками) он снижается и снова немного повышается в 4-й точке. После возвращения в Сургут (4-я точка) объем КА составил $V_G = 3,1 \times 10^8$ у. е., что 1,5 раза больше наблюдаемого исходного объема КА в 1-й точки. Увеличение объема КА показывает недостаточную сформированность адаптационных механизмов по регуляции спектральных плотностей сигнала, а также степень рассогласования параметров ФСО мальчиков.

Объем КА в группе девочек после отдыха (3-я точка) резко увеличился в 6 раз, что, возможно, демонстрирует повышенную двигательную активность и недостаточную сформированность адаптационных механизмов. Однако после приезда домой объем КА резко снижается и становится в 0,7 раза меньше наблюдаемого в 1-й точке. Это говорит о стабилизирующем влиянии и хорошем оздоравливающем эффекте пребывания на Юге РФ по параметрам ССС (спектральных характеристик) организма девочек.

В целом реакция всех параметров (и интегративных ВНС, и спектральных плотностей сигнала) существенно различна для групп мальчиков и девочек. Девочки демонстрируют устойчивую картину на снижение объема КА в шестимерном ФПС (для интегративных параметров), а мальчики дают эффект возврата (па-

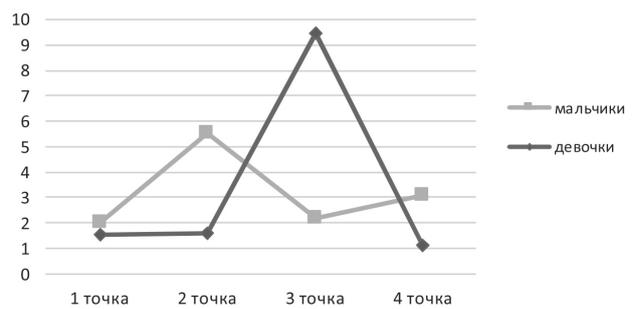


Рис. 2. Динамика изменения объемов квазиаттракторов (у. е.) спектральных параметров сердечно-сосудистой системы мальчиков (n = 25) и девочек (n = 30) в 1–4 точках исследования

рабоческая зависимость с минимумом в 3-й точке, перед отъездом из оздоровительного лагеря).

Обсуждение результатов

Известно, что мужское население в РФ показывает худшие по сравнению с женщинами параметры по продолжительности жизни и качеству жизни в период старости. Однако у жителей Севера страны эти отклонения еще более выражены и трагичны (многие мужчины не доживают до 60 лет). В этой связи медицинская наука и экология человека должны искать ответы на вопросы о возможных механизмах такого «неравенства» между женщинами и мужчинами [1, 7].

Настоящее исследование открывает один из таких механизмов: возникают различия в параметрах ССС (в ответ на оздоровительные мероприятия) уже в детском возрасте. Девочки более адекватно (и устойчиво), чем мальчики, реагируют на широтные перемещения и оздоровительные мероприятия. Они демонстрируют более устойчивый (положительный) эффект по уменьшению объемов КА в результате проведения оздоровительных мероприятий. Мальчики, наоборот, не дают устойчивого эффекта по параметрам КИ и быстро возвращаются (после приезда в Сургут) в исходное состояние. Последнее характеризуется кратным увеличением объемов КА при проживании в Сургуте (см. рис. 1).

Выявленные различия в динамике КА в детстве с возрастом будут только усугубляться, порождая в старости существенное различие как по продолжительности жизни (у мужчин), так и в ее качестве. Это демонстрируют наши исследования по параметрам ССС в возрастном аспекте [4, 15, 16, 23].

Таким образом, в данной работе в рамках нового подхода с позиций теории хаоса – самоорганизации изучены особенности параметров сердечно-сосудистой системы детско-юношеского населения при действии различных климатогеографических факторов. Девочки более адекватно (и устойчиво), чем мальчики, реагируют на широтные перемещения и оздоровительные мероприятия. Увеличение объема квазиаттракторов параметров функциональной системы организма мальчиков после возвращения с Юга показывает недостаточную сформированность адаптационных механизмов по регуляции спектральных плотностей сигнала, а также степень рассогласования.

Список литературы / References

1. Агаджанян Н. А., Ермакова Н. В. Экологический портрет человека на Севере. М.: КРУК, 1997. 208 с.
Agadzhanyan N. A., Ermakova N. V. *Ekologicheskii portret cheloveka na Severe* [Environmental portrait of a man in the North]. Moscow, 1997, 208 p.
2. Галкин В. А., Попов Ю. М., Берестин Д. К., Монастырецкая О. А. Статика и кинематика гомеостатических систем – complexity // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2017. № 2. С. 63–69.
Galkin V. A., Popov Yu. M., Berestin D. K., Monastretskaya O. A. Statics and kinematics of homeostatic systems - complexity. *Slozhnost'. Razum. Postneklassika* [Complexity. Mind. Postneclassics]. 2017, 2, pp. 63-69. [In Russian]
3. Гудков А. Б., Попова О. Н., Никанов А. Н. Адаптивные реакции внешнего дыхания у работающих в условиях Европейского Севера // Медицина труда и промышленная экология. 2010. № 4. С. 24–27.
Gudkov A. B., Popova O. N., Nikanov A. N. Adaptive reactions of external respiration in workers of European North. *Meditsina truda i promyshlennaia ekologiya*. 2010, 4, pp. 24-27. [In Russian]
4. Есков В. В. Хаос нейросетей гомеостатического мозга // Вестник новых медицинских технологий. 2017. Т. 24, № 4. С. 18–24.
Eskov V. V. Chaos of neural networks of the homeostatic brain. *Vestnik novykh meditsinskikh tehnologii* [Bulletin of new medical technologies]. 2017, 24 (4), pp. 18-24. [In Russian]
5. Есков В. М., Зинченко Ю. П., Филатов М. А., Иляшенко Л. К. Теорема Глендсдорфа – Пригожина в описании хаотической динамики тремора при холодовом стрессе // Экология человека. 2017. № 5. С. 27–32.
Eskov V. M., Zinchenko Yu. P., Filatov M. A., Ilyashenko L. K. Theorem Glansdorff-Prigogine in the Description of Chaotic Dynamics Tremor in Cold Stress. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2017, 5, pp. 27-32. [In Russian]
6. Есков В. М., Вохмина Ю. В., Горбунев С. В., Шейдер А. Д. Кинематика гомеостатических систем // Вестник кибернетики. 2017. № 2. С. 87–93.
Eskov V. M., Vokhmina Yu. V., Gorbunov S. V., Shader A. D. Kinematics of homeostatic systems. *Vestnik kibernetiki* [Bulletin of Cybernetics]. 2017, 2, pp. 87-93. [In Russian]
7. Мироновская А. В., Бузинов Р. В., Гудков А. Б. Прогнозная оценка неотложной сердечно-сосудистой патологии у населения северной урбанизированной территории // Здоровье Российской Федерации. 2011. № 5. С. 66–67.
Mironovskaya A. V., Buzinov R. V., Gudkov A. B. Prognostic evaluation of urgent cardiovascular disease in the population of a northern urbanized area. *Zdravookhranenie Rossiiskoi Federatsii* [Public Health of the Russian Federation]. 2011, 5, pp. 66-67. [In Russian]
8. Нифонтова О. Л., Литовченко О. Л., Гудков А. Б. Показатели центральной и периферической гемодинамики детей коренной народности Севера // Экология человека. 2010. № 1. С. 28–32.
Nifontova O. L., Litovchenko O. L., Gudkov A. B. Indices of central and peripheral hemodynamics in indigenous children of the North. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2010, 1, pp. 28-32. [In Russian]
9. Betelin V. B., Eskov V. M., Galkin V. A. and Gavrilenko T. V. Stochastic Volatility in the Dynamics of Complex Homeostatic Systems. *Doklady Mathematics*. 2017, 95 (1), pp. 92-94.
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., Vokhmina Y. V., Zimin M. I., Filatov M. A. Measurement of Chaotic Dynamics for Two Types of Tapping as Voluntary Movements. *Measurement Techniques*. 2014, 57 (6), pp. 720-724.
12. 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.
13. Eskov V. M., Eskov V. V., Gavrilenko T. V., Vokhmina 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.
14. Eskov V. M., Eskov V. V., Vokhmina 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.
15. Eskov V. M., Eskov V. V., Filatova O. E., Khadartsev A. A., Sinenko D. V. Neurocomputational identification of order parameters in gerontology. *Advances in Gerontology*. 2016, 6 (1), pp. 24-28.
16. Eskov V. M., Khadartsev A. A., Eskov V. V., Vokhmina J. V. Chaotic dynamics of cardio intervals in three age groups of indigenous and nonindigenous populations of Ugra. *Advances in Gerontology*. 2016, 6 (3), pp. 191-197.
17. Eskov V. M., Eskov V. V., Vokhmina 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.
18. Eskov V. V., Gavrilenko T. V., Eskov V. M., Vokhmina Yu. V. Phenomenon of statistical instability of the third type systems - complexity. *Technical Physics*. 2017, 62 (11), pp. 1611-1616.
19. Eskov V. M., Eskov V. V., Gavrilenko T. V. and Vokhmina Yu. V. Formalization of the Effect of “Repetition without Repetition” discovered by N.A. Bernshtein. *Biophysics*. 2017, 62 (1), pp. 143-150.
20. Eskov V. M., Filatova O. E., Eskov V. V., and Gavrilenko T. V. The Evolution of the Idea of Homeostasis: Determinism, Stochastics, and Chaos-Self-Organization. *Biophysics*. 2017, 62 (5), pp. 809-820.
21. Filatova O. F., Eskov V. M., Popov Y. M. Computer identification of the optimum stimulus parameters in neurophysiology. *International RNNS/IEEE Symposium on Neuroinformatics and Neurocomputers*. 1995, pp. 166-172.
22. Vokhmina Y. V., Eskov V. M., Gavrilenko T. V., Filatova O. E. Measuring Order Parameters Based on Neural Network Technologies. *Measurement Techniques*. 2015, 58 (4), pp. 462-466.
23. 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.

Контактная информация:

Башкатова Юлия Владимировна – кандидат биологических наук, преподаватель кафедры экологии и биологии 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