

УДК: 796.082.1

DOI: [https://doi.org/10.14258/zosh\(2023\)1.12](https://doi.org/10.14258/zosh(2023)1.12)

ИЗМЕНЕНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ КАРДИОРЕСПИРАТОРНОЙ СИСТЕМЫ ПОД ВЛИЯНИЕМ СОЧЕТАННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ГИПОТЕРМИИ И МЫШЕЧНОЙ НАГРУЗКИ

Костромкина Анна Олеговна

Аспирант. Югорский государственный университет. Ханты-Мансийск, Россия.

E-mail: kostromkina-93@mail.ru. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2337-8690>

CHANGES IN INDIVIDUAL PARAMETERS OF AUTONOMIC REGULATION OF THE CARDIORESPIRATORY SYSTEM UNDER THE INFLUENCE OF COMBINED EFFECTS OF HYPOTHERMIA AND MUSCLE EXERCISE

Kostromkina Anna Olegovna

Postgraduate Student. Ugra State University. Khanty-Mansiysk, Russia.

E-mail: kostromkina-93@mail.ru. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2337-8690>

Аннотация. Интерес к адаптации организма человека к окружающей среде, к суровым климатическим условиям, проживающего на территориях Крайнего Севера России и в ХМАО-Югре, проявляется среди ученых разных наук и смежных дисциплин, в том числе физиологии. Неопределенность и непостоянство гомеостатических систем, с точки зрения теории хаоса — самоорганизации формирует новый взгляд на анализ и систематику систем complexity. Сравнение между собой изменения параметров кардиореспираторной системы в фазовой плоскости в состоянии покоя при действии возмущающих факторов: мышечной нагрузки и гипотермии, построение их графического портрета и построение матриц парных сравнений кардиоинтервалов в данных функциональных условиях позволит определить глубину и характер воздействий исследуемых условий на организм в условиях гипотермии.

Ключевые слова: кардиореспираторная система, морфофункциональные особенности, регуляция вегетативных функций, гипотермическое воздействие, мышечная нагрузка

Annotation. Interest in the adaptation of the human body to the environment, to the harsh climatic conditions living in the territories of the Far North of Russia and the Khanty-Mansi Autonomous Okrug, is manifested among scientists of various sciences and related disciplines, including biology. The uncertainty and impermanence of homeostatic systems, from the theory of chaos-self-organization, forms a new worldview on the analysis and systematics of complexity systems. Comparison of the changes in the parameters of the cardiorespiratory system in the phase plane at rest, the construction of their graphical portrait and the construction of matrices of paired comparisons of cardiointervals will allow us to determine the depth and nature of the effects of climatic conditions on the body under conditions of hypothermia.

Keywords: cardiorespiratory system, morphofunctional features, regulation of autonomic functions, hypothermic effect, muscle load

Введение. В последнее время встречается много работ как отечественных, так и зарубежных авторов, уделяющих большое внимание специфике механизмов регуляции и функционирования вегетативных систем организма человека, в том числе сердечно-сосудистой системы (Башкатова и др., 2018; Еськов и др., 2015; Бодин и др., 2017; Самикулин и др., 2018; Грязных, Ненашева, Аминов, 2015). Для анализа состояния здоровья, а также функциональных резервов организма часто используется метод вариабельности сердечного ритма (ВСР). На основании исследований последних лет установлено, что метод ВСР позволяет комплексно оценить вегетативный статус человека, тонус центральных нервных и гормональных влияний, а также определить доминирующие механизмы регуляции сердечного ритма. Изучение вариабельности сердечного ритма представляет собой важное прогностическое и диагностическое значение для исследования состояния организма человека в целом (Гридин, Шишов, Дворников, 2014; Самикулин и др., 2018).

Гипотермический стресс является достаточно удобной и неоднократно повторяющейся моделью функционального напряжения, протекающего при активном участии вегетативной нервной системы. Поскольку гипотермический стресс является неотъемлемым атрибутом для лиц, проживающих в северных условиях, и ежегодно затрагивает сотни тысяч людей, изучение протекания вегетативных реакций в условиях гипотермии, а также анализ типологических индивидуальных сдвигов является актуальным, так как это связано с вопросами здоровьесбережения (Еськов и др., 2015; Бодин и др., 2017; Гридин, Шишов, Дворников, 2014). Кроме того, становится необходимым выявление состояния напряжения вегетативной нервной системы и физиологических функций под воздействием климатических условий на организм.

Цель исследования: определить индивидуальные особенности функционального состояния сердечно-сосудистой системы у обследуемого мужчины с использованием показателей вариабельности сердечного ритма при сочетанном действии мышечного напряжения и гипертермии.

Методы исследования. В исследовании принял участие мужчина со средним уровнем суточной двигательной активности. Возрастной уровень соответствовал 23 годам. Обследуемый в анамнезе не имел отклонений в состоянии здоровья и был отнесен к основной медицинской группе.

Исследования проводились в соответствии с этическими нормами Хельсинкской декларации (2000 г.), они были связаны с разработкой методов многомерных фазовых пространств в оценке хаотической динамики параметров гомеостатических систем.

Использование методов теории хаоса и синергетики, компартмент-кластерной теории биосистем позволило решить задачи моделирования и изучения в рамках параметров этих моделей психофизиологических функций человека.

В работе исследованы параметры вариабельности сердечного ритма (ВСР) обследуемого, запись кардиоинтервалов осуществлялась в функциональных условиях:

- фона (в состоянии относительного мышечного покоя),
- после дозированной динамической нагрузки (20 приседаний за 30 секунд),
- после сочетанного воздействия глобального охлаждения/мышечной нагрузки.

Все обследования производились неинвазивным методом с помощью пульсоксиметра ЭЛОКС-01М, разработанного и изготовленного ЗАО ИМЦ «Новые Приборы» (г. Самара). Специальным фотооптическим датчиком в положении сидя в течение 5 мин регистрировали частоту сердечных сокращений (ЧСС), а затем рассчитывали показатели активности симпатического (СИМ) и парасимпатического (ПАР) отделов вегетативной нервной системы, стандартного отклонения NN-интервалов (SDNN), индекса напряжения Баевского (ИН), а также рассчитывали компоненты спектральной мощности вариабельности сердечного ритма в высокочастотном (HF, 0,15–0,4 Гц), низкочастотном (LF, 0,04–0,15 Гц) и ультранизкочастотном (VLF \leq 0,04 Гц) диапазонах, величину вагосимпатического баланса (LF/HF). Тоническая активность вегетативной

нервной системы в условиях фона определялась с помощью ритмокардиографического метода на программно-аппаратном комплексе «Варикард 2.51» по показателям математического анализа variability сердечного ритма. После выполнения стандартизированной динамической нагрузки (20 приседаний) регистрация продолжалась в течение 5 минут. Статистическая обработка данных осуществлялась при помощи программного пакета «Statistica 10.0».

Анализ соответствия вида распределения полученных данных закону нормального распределения производился на основе вычисления критерия Шапиро — Уилка и Колмогорова — Смирнова. Дальнейшие исследования производились методами непараметрической статистики (Вилкоксона, Манна — Уитни). Расчет параметров квазиаттракторов производился при помощи Программы идентификации параметров квазиаттракторов поведения вектора состояния биосистем в m -мерном фазовом пространстве. Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез в данном исследовании принимали равным 0,05. Расчет площади S и объемов V квазиаттракторов производился по формуле:

$$V = \prod_{i=1}^m \Delta x_i$$

где Δx_i — вариационные размахи по i -й координате. В качестве $x_1 = x_1(t)$ бралась функция, которая получена быстрым преобразованием Фурье из набора кардиоинтервалов, $x_2 = dx_1/dt$ и $x_3 = dx_2/dt$.

Результаты. Проведенные исследования показывают, что все показатели параметров после динамической нагрузки, рассматриваемые в данном исследовании, увеличиваются по отношению к показателям в состоянии покоя и в большей степени по отношению к показателям после охлаждения (табл. 1). Относительно показателей S и V квазиаттракторов наблюдается определенный индетерминизм, хаос, неопределенность в изменении показателей. Показатель S квазиаттракторов после динамической нагрузки увеличивается по отношению к исходному состоянию, а после охлаждения уменьшается не только по отношению к показателям после нагрузки, но и по отношению к исходному состоянию. При этом показатели V квазиаттракторов после динамической нагрузки увеличиваются, а после охлаждения незначительно уменьшаются по отношению лишь к показателям после динамической нагрузки, оставаясь предельно высокими к показателям покоя. Все это характеризует хаос параметров гомеостатических систем под влиянием нагрузки и гипотермии и неопределенность векторов состояний организма человека в фазовой плоскости.

Таблица 1

Динамика изменений индивидуальных параметров квазиаттракторов под влиянием сочетанного воздействия гипотермии и мышечной нагрузки

	Состояние покоя	После нагрузки	После охлаждения
Mean	359144,0 = 0,35*10 ⁶	570604,7 = 0,57*10 ⁶	326569,3 = 0,32*10 ⁶
Median	293250,0 = 0,29*10 ⁶	575280,0 = 0,57*10 ⁶	194580,0 = 0,19*10 ⁶
Minimum	52500,00 = 0,05*10 ⁶	132000,0 = 0,13*10 ⁶	13200,0 = 0,01*10 ⁶
Maximum	793100 = 0,79*10 ⁶	1026000 = 1,02*10 ⁶	1253300 = 1,25*10 ⁶
S	5387160 = 5,38*10 ⁶	8559070 = 8,55*10 ⁶	4898540 = 4,89*10 ⁶
V	3972620600 = 3972*10 ⁶	9085524330 = 9085*10 ⁶	8026260320 = 8026*10 ⁶
p-value	0,500133	0,612019	0,242183

Изменение параметров SSIM и PAR отделов вегетативной нервной системы под воздействием динамической дозированной нагрузки и глобального охлаждения (плавание в тренировочном бассейне).

В изменении параметров симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы наблюдается также хаос. Площадь квазиаттракторов симпатического отдела после нагрузки уменьшается в 1,29

раза, но после охлаждения увеличивается более чем в 2 раза. Это свидетельствует о более глубоком воздействии климатических условий на организм, чем физическая нагрузка. Активация симпатического отдела вегетативной нервной системы вызывает возбуждение и увеличивает тонус сердечных сокращений. С объемом квазиаттракторов этого отдела вегетативной нервной системы наблюдается аналогичная картина, уменьшение после нагрузки в 1,29 раза и увеличение после охлаждения более чем в 2 раза по отношению к показателям в состоянии покоя (табл. 2, 3).

В парасимпатическом отделе вегетативной нервной системы наблюдается линейность: незначительное уменьшение после нагрузки и существенное, более чем в 2 раза, уменьшение после охлаждения. Более выраженные изменения в параметрах V квазиаттракторов парасимпатического отдела вегетативной нервной системы после охлаждения подтверждают, что воздействие климатических условий на организм человека обладает большим стрессом, чем физическая нагрузка.

Таблица 2

Динамика изменений индивидуальных параметров вегетативной регуляции (симпатического и парасимпатического отделов) под влиянием сочетанного воздействия гипотермии и мышечной нагрузки

	Состояние покоя	После нагрузки	После охлаждения
SIM	19292 =19,29 *10 ³	14888 =14,88*10 ³	40955 =40,95*10 ³
PAR	138776 =138,77*10 ³	135033 =135,05*10 ³	62384 =62,38*10 ³

Таблица 3

Изменение параметров VSIM и PAR вегетативной нервной системы под воздействием динамической дозированной нагрузки и глобального охлаждения (плавание в тренировочном бассейне)

	Состояние покоя	После нагрузки	После охлаждения
SIM	9514820 =9,51*10 ⁶	7323308 =7,32*10 ⁶	19157035 =19,15*10 ⁶
PAR	67022368 =67*10 ⁶	66654987 =66,6 *10 ⁶	31775060 =31,77*10 ⁶

Таблица 4

Матрица парных сравнений кардиоинтервалов 15 измерений подряд обследуемого в состоянии покоя (число К повторений = 24)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,89	0,00	0,00
2	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,75	0,16	0,00	0,54	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,00		0,00	0,41	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,28	0,00	0,38	0,00	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,41	0,00		0,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,02	0,00	0,00	0,04	0,00	0,22		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
8	0,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,46	0,00	0,27	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,46		0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,11	0,00	0,00	0,00
11	0,00	0,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,27	0,50	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00		0,00	0,00	0,00
13	0,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,01
15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	

Таблица 5

**Матрица парных сравнений кардиоинтервалов 15 измерений подряд обследуемого
после 20 приседаний (число К повторений = 18)**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		0,00	0,01	0,63	0,06	0,00	0,45	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,01	0,00		0,00	0,00	0,02	0,00	0,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00
4	0,63	0,00	0,00		0,00	0,00	0,09	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,06	0,00	0,00	0,00		0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00		0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,13	0,00	0,29	0,00
7	0,45	0,00	0,00	0,09	0,06	0,00		0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,09	0,00	0,81	0,03	0,00	0,00	0,01		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00		0,00	0,76	0,55	0,79	0,82	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,76	0,00		0,98	0,44	0,92	0,00
12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00	0,55	0,00	0,98		0,29	0,92	0,00
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,79	0,00	0,44	0,29		0,87	0,00
14	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,29	0,00	0,00	0,82	0,00	0,92	0,92	0,87		0,00
15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

Таблица 6

**Матрица парных сравнений кардиоинтервалов 15 измерений подряд обследуемого
в условиях гипотермии (число К повторений = 18)**

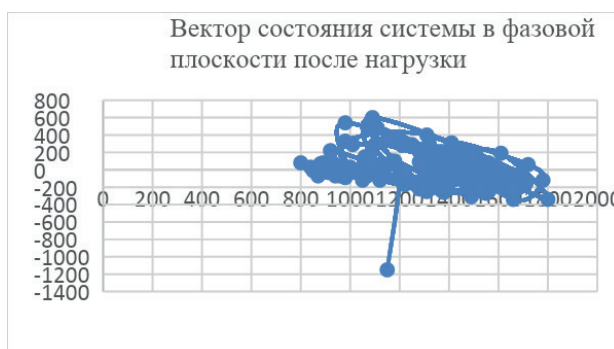
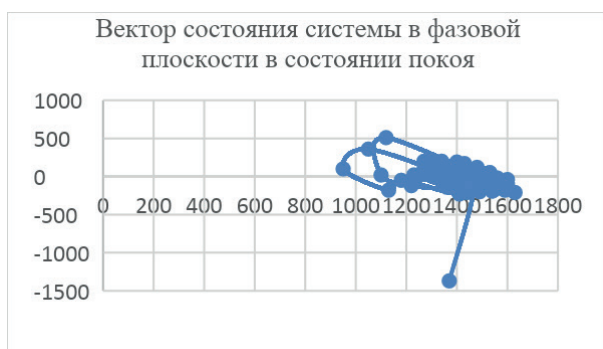
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		0,00	0,00	0,00	0,07	0,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00
2	0,00		0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,42	0,00	0,00	0,00
3	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,90	0,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	0,00	0,01	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,07	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,53	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,81	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,59	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,59		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
12	0,00	0,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
13	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00
15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

Таким образом, становится ясно, что охлаждение (температурные условия) действует на организм человека еще более непредсказуемо. И с рассматриваемых позиций теории хаоса — самоорганизации гомеостатические системы под воздействием физической нагрузки или температурных факторов ведут себя нелинейно и динамически.

На заключительном этапе данного исследования были определены векторы состояния системы в фазовой плоскости. На рисунке представлены типичные примеры графиков сердечных сокращений в фазовой плоскости в разных состояниях. Установлено изменение площадей квазиаттракторов после выполнения динамической нагрузки (динамических

внешних воздействий) и резкое уменьшение S под воздействием гипотермии. Помимо хаотических изменений самих S и V квазиаттрак-

торов наблюдается непредсказуемость поведения вектора состояния системы в фазовом пространстве, его неопределенность.



Вектор состояния системы в фазовой плоскости в условиях состояния покоя и сочетанного действия мышечной нагрузки и гипотермии

Можно предположить, что влияние охлаждения (температурные факторы) воздействует на организм человека более глубоко, и включение резервных, адаптационных механизмов требуется гораздо больше, нежели под воздействием физической нагрузки.

Заключение. Сопоставление между собой матриц парных сравнений показывает уменьшение парных совпадений показателей параметра кардиоинтервалов в зависимости от числа воздействующих факторов и глубину их воздействия на организм, что свидетельствует о неопределенности и непредсказуемости поведения системы с точки зрения теории хаоса — самоорганизации. Свод данных и сравнение S и V квазиаттракторов кардиоинтервалов каче-

ственно показывает глубину воздействия раздражающих факторов на организм. Расчет S и V квазиаттракторов позволяет определить адаптационные силы организма и тонус вегетативной нервной системы. Методы математической статистики позволили построить график векторов состояния системы в фазовой плоскости, четко, наглядно и достоверно определить направленность изменения параметров кардиореспираторной системы под воздействием управляющих (дозированная физическая нагрузка) и неуправляющих (охлаждение) воздействий. Такой подход позволяет определить направление и предсказать поведение системы, ее развитие, что невозможно с достоверной точностью сделать с помощью иных подходов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Башкатова Ю. В., Снигирев А. С., Афаневич И. А., Алиев Н. Ш. Параметры кардиоинтервалов испытуемых в условиях дозированной физической нагрузки // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2018. № 1. С. 14–21.

Еськов В. В. Математическое моделирование гомеостаза и эволюции complexity. Тула : Издательство ТулГУ, 2016. 372 с.

Еськов В. В., Соколова А. А., Филатова О. Е., Химикина О. И. Динамика кардиоинтервалов трех возрастных групп населения Югры // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2015. № 3. С. 34–41.

Бодин О. Н., Нифонтова О. Л., Карбаинова Ю. В., Конькова К. С., Живаева Н. В. Сравнительный анализ показателей функциональной системы организма школьников Севера РФ // Вестник новых медицинских технологий. 2017. Т. 24, № 3. С. 27–32.

Гридин Л. А., Шишов А. А., Дворников М. В. Особенности адаптационных реакций человека в условиях Крайнего Севера // Здоровье населения и среда обитания. 2014. № 4. С. 4–6.

Самикулин П. Н., Грязных А. В., Кучин Р. В., Нененко Н. Д. Изменения вариабельности ритма сердца в ответ на мышечную нагрузку и их взаимосвязь с концентрацией стероидных гормонов

у юношей с различной спецификой тренированности // Человек. Спорт. Медицина. 2018. Т. 18, № 1. С. 33–45.

Грязных А. В., Ненасева А. В., Аминов А. С. Питание и спорт. Челябинск : Издательский центр ЮУрГУ, 2015. 99 с.

REFERENCES

Bashkatova, Yu. V., Snigirev, A. S., Afanovich, I. A., Aliev, N. S. (2018). Parametry kardiointervalov ispytuemykh v usloviyakh dozirovannoy fizicheskoy nagruzki [Parameters of cardio-intervals of subjects under conditions of dosed physical activity]. *Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postneclassics]*. № 1. P. 14–21 (in Russian).

Eskov, V. V. (2016). *Matematicheskoe modelirovanie gomeostaza i evolyucii complexity [Mathematical modeling of homeostasis and evolution of complexity]*. Tula: Izdatel'stvo TulGU, 372 p. (in Russian).

Eskov, V. V., Sokolova, A. A., Filatova, O. E., Khimikova, O. I. (2015). Dinamika kardiointervalov trekh vozrastnykh grupp naseleniya Yugry [Dynamics of cardio-intervals of three age groups of Yugra population]. *Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postneclassics]*. № 3. Pp. 34–41 (in Russian).

Bodin, O. N., Nifontova, O. L., Karbainova, Yu. V., Konkova, K. S., Zhivaeva, N. V. (2017). Sravnitel'nyj analiz pokazatelej funkcional'noj sistemy organizma shkol'nikov Severa RF [Comparative analysis of the functional system of the body of schoolchildren of the North of Russia]. *Vestnik novykh medicinskih tehnologij [Bulletin of new medical technologies]*. Т. 24, № 3. Pp. 27–32 (in Russian).

Gridin, L. A., Shishov, A. A., Dvornikov, M. V. (2014). Osobennosti adaptacionnykh reakcij cheloveka v usloviyakh Krajnego Severa [Peculiarities of human adaptive reactions in the Far North]. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya [Population Health and Habitat]*. № 4 (253). Pp. 4–6 (in Russian).

Samikulín, P. N., Gryaznykh, A. V., Kuchin, R. V., Nenenko, N. D. (2018). Izmeneniya variabel'nosti ritma serdca v otvet na myshechnuyu nagruzku i ih vzaimosvyaz' s koncentraciej steroidnykh gormonov u yunoshej s razlichnoj specifikoj trenirovannosti [Changes in heart rate variability in response to muscle exercise and their relationship with the concentration of steroid hormones in young men with different specificity of training]. *Chelovek. Sport. Medicina [Man. Sports. Medicine]*. Т. 18, № 1. Pp. 33–45 (in Russian).

Gryaznykh, A. V., Nenasheva, A. V., Aminov, A. S. (2015). *Pitanie i sport. [Nutrition and sports]*. Chelyabinsk: Izdatel'skij centr YuUrGU, 99 с. (in Russian).