

УДК 612.821+612.17

DOI 10.37279/2413-1725-2020-6-3-192-199

ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ ВАРИАбельНОСТИ КАРДИОРИТМА ЖИТЕЛЕЙ ТАДЖИКИСТАНА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТИПА ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ

Рауфов С. С.

*Красноярский государственный педагогический университет им. В. П. Астафьева,
Красноярск, Россия
E-mail: raufov.sarwar2016@yandex.ru*

Представлены результаты исследования уровня функциональности регуляторных систем жителей Таджикистана. Целью исследования явилось изучение структуры вариабельности сердечного ритма в зависимости от типа вегетативной регуляции у жителей Таджикистана. Обследовано 233 человека в возрасте от 18 до 40 лет. На основе значений индекса напряжения, вариационного размаха и суммарной мощности спектра из всей обследуемой популяции были сформированы три группы лиц: ваготоников, нормотоников и симпатотоников. Показатели вариационной кардиоинтервалометрии регистрировались с помощью устройства психофизиологического тестирования УПФТ-1/30 «Психофизиолог»-ом в положении сидя с циклом 128 кардиоинтервалов в течении 5 минут. Результаты показателей вариационной кардиоинтервалометрии у мужчин выше по сравнению с женщинами. Активность регуляторных систем и оценки функционального состояния у мужчин значительно отличается от показателей женщин. Значительные различия заметно между мужчинами и женщинами только в группах ваготоников по сравнению с симпатотониками. У 37 % обследуемых независимо от пола выявлено состояние оптимального рабочего напряжения организма. Установлено, что среди женщин и мужчин доминируют нормотоники. При сравнении функционирования организма мужчин и женщин выявлено ухудшение регуляции кровотока и снижение уровня физиологического здоровья у мужчин ваготоников.

Ключевые слова: нервная система, функциональное состояние, таджики, вариационная кардиоинтервалометрия, климатогеографические условия, адаптация.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время метод вариабельности сердечного ритма (ВСР) для оценки состояния вегетативной нервной регуляции является общепризнанным [1–3]. Появляется много работ посвященных особенностями ВСР мигрантов, студентов и отдельных народов.

Проблема охраны и формирования здоровья лиц молодого возраста на сегодняшний день является актуальной. Известно, что постоянное воздействие неблагоприятных стресс-факторов окружающей среды (химическое загрязнение воздуха, воды, почвы и т.д.) могут вызвать такие проблемы, как рост напряжения всех функциональных систем организма, ухудшение психоэмоционального состояния, снижение психической устойчивости организма [4]. В литературе показано, что у мужчин встречаемость сердечно-сосудистых патологий чаще, а у

женщин – нервной [5]. Оценка вариабельности кардиоритма позволяет спрогнозировать возникновение негативных физиологических состояний [6–8].

Известно, что обязательным методическим условием при групповых или популяционных исследованиях особенностей перестроек показателей кардиоритма человека должна быть его предварительная индивидуальная типизация, направленная на определение преобладающего характера вегетативной нервной регуляции [9]. Однако в литературе недостаточное внимание уделялось особенностям вариабельности кардиоритма жителей Таджикистана в зависимости от типа вегетативной регуляции.

Целью исследования явилось изучение структуры вариабельности сердечного ритма в зависимости от типа вегетативной регуляции у жителей Таджикистана

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании по методике вариационной кардиоинтервалометрии (ВКМ) обследовано 215 человек (124 мужчин и 91 женщин). Возраст респондентов колебался от 18 до 40 лет. Все испытуемые дали добровольное согласие на участие в исследовании. Показатели ВКМ регистрировались с помощью устройства психофизиологического тестирования УПФТ-1/30 - «Психофизиолог».

Анализировались следующие показатели: HR, уд./мин – частота сердечных сокращений; Mean, мс – среднее значение RR – интервалов; Mx, мс – максимальное значение RR – интервалов; Mn, мс – минимальное значение RR – интервалов; MxDMn, мс – вариационный размах кардиоинтервалов; Mo, мс – мода; AMo50, % – амплитуда моды; SDNN, мс – стандартное отклонение полного массива кардиоинтервалов; SI, усл.ед. – индекс напряжения регуляторных систем; IC, усл.ед. – индекс централизации; VLF, (%) относительный уровень активности симпатического уровня звена регуляции; LF, (%) – относительный уровень активности активности вазомоторного уровня; HF, (%) – относительный уровень активности парасимпатического звена регуляции; PARS – показатели активности регуляторных систем.

Для статистического анализа были сформированы 3 группы по М. Баевскому [10]: лица с нормотоническим типом (нормотоники) при значениях SI в диапазоне 50-150 усл. ед.; симпатотоники SI >150 усл. ед.; ваготоники SI <50 усл. ед.

Статистическая обработка данных проводилась с помощью Microsoft Excel 2007 с использованием общепринятых методов вариационной статистики [11]. По критерию Стьюдента различия считали при $p \leq 0,05$ достоверными.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Физиологические исследования жителей Таджикистана были направлены на изучение функционального состояния сердечно-сосудистой системы как одного из показателей здоровья в обеспечении жизнедеятельности организма.

В табл. 1. и 2. представлены значения ВСР в группах лиц с учетом преобладающего типа вегетативной регуляции. Из данных таблиц видно, что средние значения изучаемых показателей в сформированных группах существенно отличаются.

Поскольку во многих работах при изучении ВСР в различных группах не производится предварительная типизация испытуемых по преобладающему характеру вегетативной регуляции, а показатели группы в целом усредняются, нами проанализирована правомерность такого подхода и возникающие при этом количественные расхождения математических значений.

Известно, что отклонения от нормы среднего показателя частоты сердечных сокращений свидетельствуют об увеличении нагрузки на сердечно-сосудистую систему или о наличии патологических отклонений, причиной которого могут быть эмоциональное или физическое напряжение, а также нарушения со стороны функций ряда систем организма. Средний показатель ЧСС при общем усреднении у мужчин составил 75,5 уд/мин, а у женщин 77,4 уд/мин. Как показывают результаты в таблицах, показатели ЧСС у мужчин и женщин в пределах нормы (табл. 1, 2).

Таблица 1

Характеристики ВКМ мужчин($M \pm m$)

Показатель кардиоритма	Обследуемая группа лиц			
	1-ваготоники n=34	2-нормотоники n=53	3-симпатотоники n=37	p<0,05
HR, уд/мин	70,08±1,06	74,30±0,94	82,97±1,17	1-3;2-3
Meap, мс	862,38±13,46	753,45±8,96	674,16±11,18	2-3
Mx, мс	1088,94±19,17	900,09±8,99	768,21±11,47	1-3
Mn, мс	581,73±24,47	604,07±11,41	596,56±10,30	1-2;1-3
MxDMn, мс	507,20±1,06	286,01±11,30	171,64±7,16	1-2
Mo, мс	866,17±14,23	751,45±11,12	669,59±12,06	2-3
AMo50, %	27,97±1,28	37,39±0,91	56,62±1,86	-
SDNN, мс	87,29±3,83	56,15±2,12	32,29±1,15	1-2;1-3;2-3
SI, усл. ед,	34,47±1,93	90,83±4,05	184,62±22,31	1-2
IC, усл. ед	3,82±0,52	4,81±0,63	7,30±0,72	2-3
VLF, %	33,94±2,79	30,43±1,80	33,45±2,58	2-3
LF, %	38,23±2,53	45,81±1,81	50,89±2,38	1-3
HF, %	15,64±2,48	24,09±1,62	27,82±1,38	1-3

Учитывая значимость показателей ВСР для оценки не только регуляторных механизмов состояния организма в покое, но и при адаптации к экстремальным условиям окружающей среды и функциональным нагрузкам, ряд исследователей [12–14] показал, что у подростков выявляется четко выраженная зависимость адаптационных изменений в организме от исходного характера вегетативной регуляции. Известно, что более выраженное симпатическое влияние подтверждает высокий индекс восстановления и особенности энергообмена [15, 16].

Таблица 2

Характеристики ВКМ женщин (M±m)

Показатели кардиоритма	Обследуемая группа лиц			p<0,05
	1-ваготоники n=14	2-нормотоники n=41	3-симпатотоники n=36	
HR, уд./мин	70,71±2,44	76,35±1,26	82,05±2,79	1-3
Mean, мс	862,85±31,06	744,69±11,71	641,56±10,55	1-2
Mx, мс	1051,00±37,56	888,38±12,71	731,02±12,16	2-3
Mn, мс	566,21±24,05	583,52±15,58	573,29±8,74	1-2;1-3
MxDMn, мс	484,78±35,50	304,83±12,64	157,72±6,26	2-3
Mo, мс	875,00±34,37	746,42±13,54	638,51±11,23	1-2;2-3
AMo50, %	27,00±1,40	38,30±1,04	54,45±1,55	2-3
SDNN, мс	80,85±6,58	53,61±1,65	31,64±1,34	2-3
SI, усл. ед	31,85±2,42	91,26±4,59	168,10±21,69	1-3
IC, усл. ед.	2,10±0,60	3,66±0,40	8,09±1,89	2-3
VLF, %	27,78±3,55	36,02±2,23	35,89±3,08	-
LF, %	31,21±3,69	36,95±1,97	43,54±2,64	2-3
HF, %	20,59±4,29	26,92±1,79	40,92±2,32	2-3

Оказалось, что картина распределения показателей относительно средних величин у лиц с различным типом вегетативной регуляции существенно отличается.

Полученные данные отражают выраженные отличия ВСР у мужчин и у женщин в 2 показателях в общей выборке: IC и AMo50 %, что в совокупности указывает на выраженное проявление эффекта централизации регуляторных процессов по отношению к лицам из групп ваго- и нормотоников. В группе нормотоников у мужчин и женщин большинство показателей близки или соответствует показателям общей выборки.

Уменьшение SDNN у женщин указывает на напряжение физиологических резервов организма. При усреднении показателей в общую группу, этот показатель у мужчин составил 62,61 мс, а у женщин 49,09 мс. Результаты показателей свидетельствуют о снижении активности парасимпатического отдела вегетативной нервной системы у женщин. Показатель VLF, характеризующий влияние высших вегетативных центров на сердечно-сосудистый подкорковый центр, у мужчин выше, что указывает на более выраженное участие нейро-гуморального и метаболического уровней регуляции вариабельности кардиоритма по сравнению с женщинами.

Результаты приведенных исследований ВСР выявили достоверные различия показателя SI (стресс индекс) у обоих полов. Как видно из табл 1 и 2, у женщин этот показатель выше (при общем усреднение 109,7) по сравнению с мужчинами (при общем усреднение 103,1). Наблюдается увеличение активности центральных механизмов при подавлении автономного контура у женщин, что указывает на

напряжение физиологических резервов. Подтверждением этого явился показатель активности регуляторных систем (PARS).

Таблица 3

Итоговая диагностическая оценка

Пол	PARS			p<0,05
	1-ваготоники	2-нормотоники	3-симпатоники	
мужчины	4,57±0,21	3,89±0,20	5,34±0,28	2-3
женщины	4,35±0,39	3,80±0,22	5,44±0,26	2-3
Оценка функционального состояния				
мужчины	0,15±0,03	0,57±0,04	0,55±0,03	1-3;2-3
женщины	0,30±0,08	0,71±0,11	0,47±0,03	1-3

Как видно из таблицы 3, показатели PARS, которые показывают комплексную оценку вариабельности сердечного ритма (предусматривает диагностику функциональных состояний) находятся в пределах средних показателей: умеренное напряжение регуляторных систем с вовлечением дополнительных функциональных резервов и выраженное напряжение регуляторных систем с активной мобилизацией защитных механизмов. Однако, при рассмотрении значений PARS видно их сходство, характерное только для симпатотоников у мужчин и у женщин.

Рассматривая показатели оценки функционального состояния обследуемых, мы видим их сходство характерное только для нормотоников. Показатели функционального состояния на уровне допустимого, однако показатель в группе мужчин-ваготоников предельно-допустимое (0,15) и со стресс-индексом (34,47), т.е. степень адаптированности организма связана с активностью регуляторных систем и их напряжением. Показатели у ваготоников среди мужчин и женщин значительно отличаются, тогда как у нормотоников и симпатотоников мало отличаются. Доказано, что низкие показатели ВСР обнаруживаются при тревожных расстройствах и депрессии, а высокий уровень характерен для людей со сдержанным темпераментом, которым присуще самообладание [17].

При этом известно, что характер напряжения регуляторных систем организма по показателям ВСР зависит от особенностей трудового процесса, климато-географических условий среды, стрессовых ситуаций и социально-психологической жизни человека, что согласуется с литературными данными [18–21].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. При исследовании вариабельности сердечного ритма жителей Таджикистана у большинства обследуемых обнаружено преобладание нормотонической регуляции нервной системы.
2. Средние показатели частоты сердечных сокращений у жителей Таджикистана соответствовали средневозрастной норме.

3. Более высокий процент лиц с предельно-допустимым функциональным состоянием отмечен среди женщин.
4. Среди женщин выявлен больший процент встречаемости обследуемых с состоянием стрессового напряжения, чем у мужчин.

Список литературы

1. Glass L. From clocks to chaos: the rhythms of life. / Glass L., Mackey M. C. – Princeton: Princeton University Press, 1988. – P. 214
2. Glass L. Synchronization and rhythmic processes in physiology / Glass L. // Nature. – 2001 – V. 410 – P. 277.
3. Mosekilde E. Chaotic synchronization, applications to living systems. / E. Mosekilde, Yu. Maistrenko, D. Postnov – Singapore: World Scientific, 2002. – P. 42.
4. Питкевич М. Ю. Влияния образовательной среды на стрессовое напряжение студентов разной гендерной принадлежности / М. Ю. Питкевич, Г. Г. Аракелов // Вестник РУДН, серия Экология и безопасность жизнедеятельности. – 2015. – №1. – С. 104–109.
5. Бухтияров И. В. Физиологические особенности формирования психоэмоционального перенапряжения у работников умственного труда и его профилактика / И. В. Бухтияров, В. В. Матюхин, О. И. Юшкова и др. // Российский физиологический журнал им. И. М. Сеченова. – 2014. – Т. 100, № 11. – С.1324–1334.
6. Капцов В. А. Функциональное состояние зрительного анализатора при использовании традиционных и светодиодных источников света / В. А. Капцов, Н. Н. Сосунов, И. И. Шищенко, В. С. Викторов, В. Н. Тулушов, В. Н. Дайнего, Е. А. Бухарева, М. А. Мурашова, А. А. Шищенко // Гигиена и санитария. – 2014. – №93 (4). – С. 120–123.
7. Губарева Л. И. Особенности функционирования центральной нервной системы у работников газотранспортной системы с разной степенью адаптации к условиям профессиональной среды. / Л. И. Губарева, Т. Ю. Понамарева, Л. С. Ермолова // Мед. вестник Северного Кавказа. – 2016. – №9 (7). – С. 573–576.
8. Belkic K. Is job strain a major source of cardiovascular risk / Belkic K., Landsberqis P. A. // Scand. J. Work Environ. Health. – 2004. – Vol. 30, № 2. – P. 85–128.
9. Максимов А. Л. Особенности структуры вариабельности кардиоритма уроженцев Магаданской области в зависимости от типа вегетативной регуляции / А. Л. Максимов, Н. А. Лоскутова // Экологии человека. – 2013. – №6 – С. 3–10.
10. Баевский Р. М. Анализ вариабельности сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем (методические рекомендации) / Р. М. Баевский, Г. Г. Иванов, Л. В. Чирейкин и др. // Вестник Аритмологии. – 2001. – №24. – С. 65–87.
11. Измеров Н. Ф. Временные методические рекомендации по расчету показателей профессионального риска / под ред. Н.Ф. Измерова. / Измеров Н. Ф. – М.: НИИ медицины труда РАМН. – 2005. – 16 с.
12. Демин Д. Б. Варианты ЭЭГ – реакций при выполнении курса БОС-тренингов у подростков в зависимости от исходного вегетативного тонуса / Демин Д. Б., Поскотинова Л. В., Кривоногова Е. В. // Экология человека. – 2012. – № 3. – С. 16–22.
13. Кудря О. Н. Особенности срочной адаптации сердечно-сосудистой системы спортсменов с различным исходным вегетативным тонусом при ортостатическом тестировании / Кудря О. Н. // Вестник Томского государственного педагогического университета. – 2011. – Вып. 5 (107). – С. 55–61.
14. Игишева Л. Н. Влияние умеренной физической нагрузки на показатели сердечного ритма у детей младшего и среднего школьного возраста / Игишева Л. Н., Казин Э. М., Галеев А. Р. // Физиология человека. – 2006. – Т. 32, № 3. – С. 55–61.
15. Бабский Е. Б. Физиология человека / Е. Б. Бабский, А. А. Зубков, Г. И. Косицкий, Б. И. Ходоров – М.: Медицина, 1972. – 268 с.
16. Латышин Я. В. Оценка психофизиологического состояния студентов-спортсменов по показателям концентрации внимания и адаптационного потенциала / Я. В. Латышин, Н. П. Петрушкина,

- Е. В. Заягина, С. Н. Воровский, И. Ф. Харина // Ученые записки Таврического национального университета имени В. И. Вернадского, Серия Биология. Химия. – 2019. – Том 5 (71), №4. – С. 50–60.
17. Muller H., R. Psych. Private practice in clinical health psychology. [http:// www.armueller-healthpsychology.com/heart_rate_variability.html](http://www.armueller-healthpsychology.com/heart_rate_variability.html) (accessed: 08.08.2020г.).
 18. Воробьева Т. Г. Влияние физической нагрузки на функциональное состояние сердечно-сосудистой системы и психофизиологическую адаптацию спортсменов-бадминтонистов / Воробьева Т. Г., Харченко Л. В., Шамшуалеева Е. Ф. // Человек. Спорт. Медицина. – 2019. – Т. 19, №3. – С. 14–19.
 19. Ходжиев М. Результаты оценки физиологической адаптации и риски нарушений здоровья у трудовых мигрантов из Таджикистана / Ходжиев М., Измеров Н. Ф., Бухтияров И. В. // Анализ риска здоровью. – 2017. – № 3. – С. 48–59. DOI: 10.21668/health risk/2017.3.06
 20. Вербицкий Е. В. К пониманию механизмов адаптации человека к условиям высокогорья / Вербицкий Е. В., Войнов В. Б., Литвиненко С. Н., Двадненко К. В., Сысоева Ю. Ю. // Журнал фундаментальной медицины и биологии. – 2012. – № 3. – С. 45–53.
 21. Солонин Ю. Г. Функциональные показатели здоровья у мужчин-северян / Солонин Ю. Г., Марков А. Л., Бойко Е. Р. // Изв. УрО РАН. – 2011. – Вып. 3(7) – С. 43–47.

FEATURES OF THE STRUCTURE OF VARIABILITY OF THE CARDIORHYTHM OF RESIDENTS OF TAJIKISTAN DEPENDING ON THE TYPE OF VEGETATIVE REGULATION

Raufov S. S.

*Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V. P. Astafev, Krasnoyarsk, Russian Federation
E-mail: raufov.sarwar2016@yandex.ru*

The results of a study of the level of functionality of the regulatory systems of the inhabitants of Tajikistan are presented. A comparative analysis of the indicators of variational cardiointervalometry in men and women of Tajiks is given. The aim of the study was to study the functional state of autonomic regulation in Tajiks, depending on the state of activity such as the autonomic nervous system.

We examined 233 people aged 18 to 40 years. Based on the values of the stress index, variational magnitude, and the total power of the spectrum from the entire population under study, three groups of individuals were formed: vagotonics, normotonics, and sympathotonics. Indicators of variational cardiointervalometry were recorded using a psychophysiological testing device UPFT-1/30 “Psychophysicologist” in the sitting position with a cycle of 128 cardiointervals for 5 minutes.

The indicators of variational cardiointervalometry in men are higher compared to women. Differences in the activity of regulatory systems and assessment of the functional state in men are significantly different from indicators of women. Significant differences are noticeable only in the group of vagotonics. Both among men and among women, a greater number of subjects with a hyperactivity reaction were revealed. In 37 % of the examined, regardless of gender, the state of the optimal working voltage of the body was revealed. It has been established that sympathotonics dominate among women, this may indicate lower adaptive abilities of women, which is a sign of greater energy expenditures during adaptation, and normotonics dominate among men. When compared with indicators of the functioning of the body of men and women, features of the deterioration

of blood circulation regulation and a decrease in the level of physiological health in vagotonic men were revealed.

Keywords: nervous system, functional state, Tajiks, variational cardiointervalometry, climatogeographic conditions, adaptation.

References

1. Glass L., Mackey M. C. *From clocks to chaos: the rhythms of life*, 214 (Princeton: Princeton University Press, 1988).
2. Glass L. Synchronization and rhythmic processes in physiology, *Nature*, **410**, 277 (2001).
3. Mosekilde E., Maistrenko Yu., Postnov D. *Chaotic synchronization, applications to living systems*, 42 (Singapore: World Scientific, 2002).
4. Pitkevich M. Yu., Arakelov G. G. The influence of the educational environment on the stress of students of different gender affiliation, *Bulletin of RUDN University, series Ecology and Life Safety*, **1**, 104 (2015).
5. Bukhtiyarov I. V., Matukhin V. V., Jushkova O. I. [et al]. Fiziologicheskie osobennosti for-mirovaniya psihojemotional'nogo perenaprjazheniya u rabotnikov umstvennogo truda i ego profilaktika [The physiological features of overstrain formation in mental work and its prevention]. *Rossiyskij fiziologicheskij zhurnal im. I. M. Sechenova*, **100**, **11**, 1324 (2014).
6. Kaptsov V. A., Sosunov N. N., Shishchenco I. I., Viktorov V. S., Tulushev V. N., Deynego V. N., Bukhareva E. A., Murashova M. A., Shishchenco A. A. Functional state of the visual analyzer under traditional and LED illumination, *Gigiena I sanitariya*, **93** (4), 120 (2014).
7. Gubareva L. I., Ponomareva T. Yu., Ermolova L. S. [CNS functioning in workers of the gas transportation system with varying degrees of adaptation to the professional environment], *Meditsinskiy vestnik Severnogo Kavkaza*, **11** (4), 573 (2016).
8. Belkic K., Landsbergis P. A. Is job strain a major source of cardiovascular risk, *Scand. J. Work Environ. Health*, **30**, (2), 85 (2004).
9. Maximov A. L., Loskutova A. N. Heart rate variability structure features in persons born in magadan region depending on vegetative regulation type, *Human Ecology*, **6**, 3 (2013).
10. Baevsky R. M., Ivanov G. G., Chireikin L. V i dr. *Vestnik aritmologii* [Bulletin of Arrhythmology], **24**, 65 (2001).
11. *Vremennye metodicheskie rekomendacii po raschetu pokazatelej professional'nogo riska* [Interim guidelines for the calculation of professional risk indicators]. In N. F. Izmerov, ed. Moscow, Research Institute of Occupational Health, 16 p. (2005) (in Russ.).
12. Demin D. B., Poskotina I. V., Krivonogova E. V. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology], **3**, 16 (2012).
13. Kudrya O. N. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta* [Bulletin of Tomsk State Pedagogical University], **5** (107), 55 (2011).
14. Igisheva I. N., Kazin E. M., Galeev A. R. *Fiziologiya cheloveka* [Human Physiology], **32**, **3**, 55 (2006).
15. Babsky E. B., Zubkov A. A., Kositsky G. I., Khodorov B. I. *Human Physiology*, 268 p. (M.: Medicine, 1972).
16. Latyushin Yu. V., Petrushkina N. P., Zvyagina E. V., Vorovsky S. N., Kharina I. F. Evaluation of the psychophysiological state of students-athletes on indicators of concentration of attention and adaptation potential, *Scientific Notes of Taurida V.I. Vernadsky National University. Series: Biologi, chemistry*, **5** (71), **4**, 50 (2019).
17. Muller H., R. Psych. Private practice in clinical health psychology. [http:// www.armueller-healthpsychology.com/heart_rate_variability.html](http://www.armueller-healthpsychology.com/heart_rate_variability.html) (accessed: 08.08.2020r.).
18. Vorobieva T. G., Kharchenko L. V., Shamshuleeva E. F. *Human. Sport. Medicine*, **19**, **3**, 14 (2019).
19. Khodzhev M., Izmerov N. F., Bukhtiyarov I. V. *Health Risk Analysis*, **3**, 48. DOI: 10.21668/health risk/2017.3.06.eng. (2017).
20. Verbitsky E. V., Voynov S. N., Litvinenko S. N., Dvadenko K. V., Sysoeva Yu. Yu., *High Alt. Med. Biol.* **3**, 45 (2012).
21. Solonin Yu. G., Markov A. L., Bojko E. R., *Izv. UrO RAN.*, **3**(7), 43 (2011).