



Краткое сообщение
УДК [612.1:57.045](985)(045)
DOI: 10.37482/2687-1491-Z288

**Двадцатинедельная динамика показателей сердечно-сосудистой
системы участников антарктической экспедиции
(индивидуальные треки)**

Наталья Борисовна Панкова* ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3582-817X>
Ирина Алексеевна Кутузова** ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0993-493X>
Алексей Валерьевич Котенев** ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-6800-3504>
Патриция Олеговна Ратманова** ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0354-5527>
Михаил Юрьевич Карганов* ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5862-8090>

*Научно-исследовательский институт общей патологии и патофизиологии
(Москва, Россия)

**Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
(Москва, Россия)

Аннотация. Во время 70-й Российской антарктической экспедиции на станции «Прогресс» (конец декабря 2024 года – конец апреля 2025 года) проводились ежедневные измерения пульса и артериального давления тонометром, а также показателей variability сердечного ритма методом вариационной пульсометрии у двух мужчин. У испытуемого 1, почти не пропускавшего измерения, выявлено значимое снижение систолического и пульсового давления в марте–апреле, наиболее выраженное – во второй половине марта. При анализе variability сердечного ритма в конце марта – начале апреля зарегистрированы наиболее низкие значения отношения мощности низкочастотного спектра к мощности высокочастотного спектра (LF/HF), а также значимое уменьшение стресс-индекса по сравнению с данными в начале декабря уже в феврале. По остальным показателям статистически значимой динамики не установлено. В группе синхронного контроля (6 мужчин, обследованных в Москве с февраля по май) выявлена аналогичная тенденция. У испытуемого 2, участвовавшего в меньшем числе тестирований, динамики показателей не обнаружено.

Ключевые слова: артериальное давление, variability сердечного ритма, адаптивные изменения, длительные полярные экспедиции, Антарктика

Финансирование. Исследование выполнено в рамках государственного задания Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова № 121032500081-5 и государственного задания

© Панкова Н.Б., Кутузова И.А., Котенев А.В., Ратманова П.О., Карганов М.Ю., 2026

Ответственный за переписку: Наталья Борисовна Панкова, *адрес:* 125315, Москва, ул. Балтийская, д. 8;
e-mail: nbpankova@gmail.com

Научно-исследовательского института общей патологии и патофизиологии «Оценка физиологического баланса организма при воздействии экстремальных факторов среды» (№ FGfU-2025-0003).

Благодарности. Данные наблюдений, использованные при написании статьи, были получены в ходе 70-й Российской антарктической экспедиции, организованной Арктическим и антарктическим научно-исследовательским институтом. Авторы выражают глубокую признательность членам экспедиции за всестороннюю помощь при проведении исследовательских работ, а также сотрудникам Научно-исследовательского института общей патологии и патофизиологии за участие в контрольных измерениях.

Для цитирования: Двдцатинедельная динамика показателей сердечно-сосудистой системы участников антарктической экспедиции (индивидуальные треки) / Н. Б. Панкова, И. А. Кутузова, А. В. Котенев, П. О. Ратманова, М. Ю. Карганов // Журнал медико-биологических исследований. – 2026. – Т. 14, № 2. – С. 106–113. – DOI 10.37482/2687-1491-Z288.

Brief communication

Twenty-Week Dynamics of Cardiovascular System Parameters in Antarctic Expedition Participants (Individual Tracks)

Natalia B. Pankova* ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3582-817X>

Irina A. Kutuzova** ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0993-493X>

Alexey V. Kotenev** ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-6800-3504>

Patricia O. Ratmanova** ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0354-5527>

Mikhail Yu. Karganov* ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5862-8090>

*Institute of General Pathology and Pathophysiology
(Moscow, Russia)

**M.V. Lomonosov Moscow State University
(Moscow, Russia)

Abstract. During the 70th Russian Antarctic Expedition at Progress Station (late December 2024 – late April 2025), daily pulse and blood pressure measurements were taken using a tonometer, as well as heart rate variability indices were recorded using the variation pulsometry method in two men. Subject 1, who almost never missed taking measurements, showed a significant decrease in systolic blood pressure and pulse blood pressure in March and April, with the greatest decrease in the second half of March. When analyzing heart rate variability parameters, the lowest values for the low-frequency to high-frequency (LF/HF) power ratio were recorded in late March – early April, and the stress index significantly decreased in February compared to early December. No statistically significant changes were observed for other parameters. A similar trend was observed in the synchronous control group (6 men examined in Moscow from February to May). Subject 2, who participated in fewer tests, showed no changes in his parameters.

Corresponding author: Natalia Pankova, address: ul. Baltiyskaya 8, Moscow, 125315, Russia;
e-mail: nbpankova@gmail.com

Keywords: *blood pressure, heart rate variability, adaptive changes, long-term polar expeditions, Antarctic*

Funding. The study was prepared as part of state assignment No. 121032500081-5 of Lomonosov Moscow State University and the state assignment of the Institute of General Pathology and Pathophysiology, research project “Assessment of the body’s physiological balance under the influence of extreme environmental factors” (No. FGFU-2025-0003).

Acknowledgements. The observation data used in writing the article were obtained during the 70th Russian Antarctic Expedition organized by the Arctic and Antarctic Research Institute. The authors express their deep gratitude to the expedition members for their comprehensive assistance during the research, as well as to the staff of the Institute of General Pathology and Pathophysiology for participating in control measurements.

For citation: Pankova N.B., Kutuzova I.A., Kotenev A.V., Ratmanova P.O., Karganov M.Yu. Twenty-Week Dynamics of Cardiovascular System Parameters in Antarctic Expedition Participants (Individual Tracks). *Journal of Medical and Biological Research*, 2026, vol. 14, no. 2, pp. 106–113. DOI: 10.37482/2687-1491-Z288

Здоровье человека в экстремальных условиях Арктики и Антарктики находится под влиянием комплекса внешних и внутренних факторов: к внешним относят климатогеографические, хронобиологические, психологические и социальные [1–3], к внутренним – конституциональные и индивидуальные особенности организма, в частности чувствительность к внешним факторам [4, 5]. При сочетанном действии этого комплекса результирующая оценка любого из параметров состояния здоровья становится весьма вариативной, что при большой дискретности проводимых обследований может исказить реальную динамику адаптивных процессов. В частности, вариативность сердечного ритма (ВСР) в условиях высоких широт настолько велика, что показатели ежедневных измерений частоты сердечных сокращений (ЧСС) в более чем половине случаев статистически значимо отличаются от данных предыдущего дня [6]. Возможным выходом может стать непрерывная (ежедневная) регистрация медико-биологических показателей, позволяющая при помощи статистических методов визуализировать истинные тренды. В сочетании с учетом влияния внешних факторов, в первую очередь хронобиологических, это повысит вероятность выявления

собственно адаптивных изменений в организме человека.

Целью нашего исследования стало изучение индивидуальной ежедневной динамики показателей сердечно-сосудистой системы двух человек за 4 мес. пребывания на антарктической станции «Прогресс».

Исследование проведено во время 70-й Российской антарктической экспедиции (РАЭ-70)¹. Проанализированы данные двух ее участников в период с конца декабря 2024 года по конец апреля 2025 года. Испытуемый 1: мужчина, возраст – 28,5 года, длина тела – 182 см, масса тела – 73 кг. Испытуемый 2: мужчина, возраст – 50,5 года, длина тела – 182 см, масса тела – 96 кг. Все процедуры выполнялись с информированного согласия участников, в соответствии с международными (в т. ч. с Хельсинкской декларацией в редакции 2013 года) и российскими (Федеральный закон от 21.11.2011 г. № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» (ст. 20), рекомендация Высшей аттестационной комиссии «О порядке проведения биомедицинских исследований у человека» (2002)) нормативными документами о правовых и этических принципах проведения научных исследований с участием человека. Заявка была одобрена комиссией по

¹ Стартовала 70-я Российская антарктическая экспедиция // Аркт. и антаркт. науч.-исслед. ин-т: [офиц. сайт]. 2024. 2 нояб. URL: <https://www.aari.ru/press-center/news/novosti-aari/startovala-70-ya-rossiyskaya-antarkticheskaya-ekspeditsiya> (дата обращения: 15.11.2025).

биоэтике Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова (протокол заседания № 166-д-з от 28.11.2024).

Для выявления возможной динамики показателей весь период наблюдения был разбит на 9 двухнедельных интервалов (см. *таблицу*), в каждом из них было по 8–14 измерений, и в анализ брали усредненные величины. В качестве исходных данных («Исх») использованы показатели этих же испытуемых, измеренные в начале декабря 2024 года на корабле, при подходе к ледовому континенту. Базовые показатели сердечно-сосудистой системы (ЧСС, артериальное давление – АД) измеряли при помощи тонометра Omron R3 Opti (Omron Healthcare Co., Ltd., Япония)

в трехкратной повторности, с вычислением средних значений. ВСП оценивали с использованием метода вариационной пульсометрии (программно-аппаратный комплекс «БиоМышь», модель КПФ-01b (ООО «НейроЛаб», Россия)). Определяли следующие показатели ВСП: спектральные (общая мощность спектра; абсолютная и относительная мощность стандартных диапазонов спектра – HF, LF и VLF); геометрические (мода, амплитуда моды, вариационный размах, с расчетом индекса напряжения регуляторных систем, или стресс-индекса); статистические (RMSSD, SDNN). Измерения осуществляли в рабочее время, обычно в первой половине дня. Длительность регистраций составляла 2 мин.

Сроки тестирования испытуемых 1 и 2 и число проведенных тестов
The testing periods for subjects 1 and 2 and the number of tests conducted

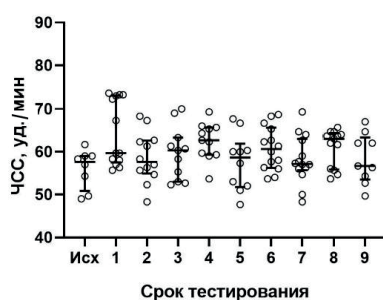
Срок тестирования	Даты	Число тестов у испытуемого	
		1	2
Исх	01.12.2024 – 10.12.2024	8	8
1	24.12.2024 – 06.01.2025	13	3
2	07.01.2025 – 20.01.2025	12	4
3	21.01.2025 – 02.02.2025	11	3
4	03.02.2025 – 16.02.2025	10	2
5	17.02.2025 – 02.03.2025	10	1
6	03.03.2025 – 16.03.2025	14	–
7	17.03.2025 – 30.03.2025	12	–
8	31.03.2025 – 13.04.2025	13	2
9	14.04.2025 – 25.04.2025	8	1

Синхронные контрольные измерения проведены в Москве, в период с февраля по май, в форме однократных ежемесячных тестирований: ЧСС и АД оценивали при помощи тонометра UA-777 (A&D Medical, Япония); параметры ВСП – методом спиреоартериокардиографии (приборный комплекс САКР-2, ООО «Интокс», Россия). В выборку вошли 6 мужчин в возрасте $51,2 \pm 2,6$ года, с длиной тела 175 ± 4 см и массой тела $84,5 \pm 2,9$ кг.

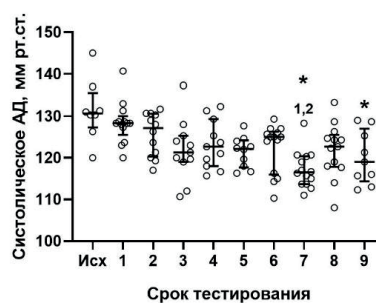
Статистическую обработку данных выполняли с использованием пакета программ

GraphPad Prizm 8.2.1. Проверку выборок на нормальность распределения проводили по критерию Шапиро–Уилка. Значимость различий устанавливали по критерию Тьюки или по критерию Данна – в зависимости от характера распределения (при $p < 0,05$ различия считали статистически значимыми).

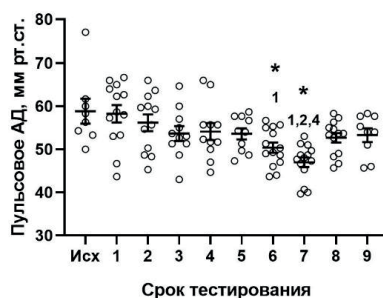
У испытуемого 1 в начале экспедиции показатели сердечно-сосудистой системы (см. *рисунк*) соответствовали половозрастной норме. Этот мужчина был дисциплинированным и мотивированным на участие в исследовании



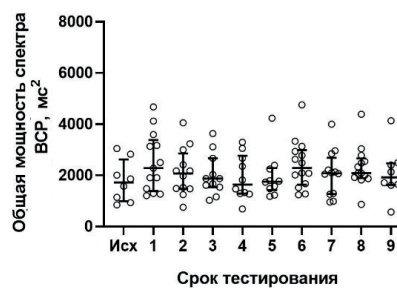
a



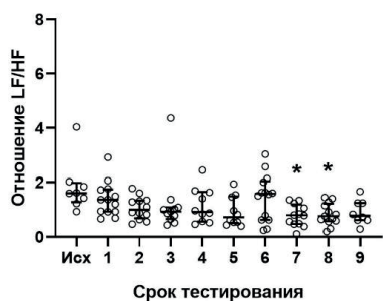
б



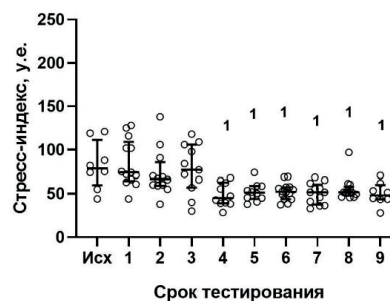
в



z



д



e

Динамика ЧСС (*a*), систолического (*б*), пульсового (*в*) АД, общей мощности спектра ВСР (*z*), отношения LF/HF (*д*) и стресс-индекса (*e*) у испытуемого 1. Данные приведены в виде среднего со стандартной ошибкой или медианы с межквартильным размахом – в зависимости от характера распределения, с индивидуальными значениями. Статистически значимые отличия ($p < 0,05$) от точки «Исх» обозначены звездочкой, от других сроков тестирования – их номерами

Dynamics of the values of HR (*a*), systolic BP (*б*), pulse BP (*в*), total HRV spectrum power (*z*), LF/HF ratio (*д*), and stress index (*e*) in subject 1. Data are presented as mean with standard error or median with interquartile range, depending on the nature of the sample distribution, with individual values. Statistically significant differences ($p < 0.05$) from the initial point (Исх) are designated by an asterisk, with statistically significant differences from other testing periods designated by their numbers

и почти не пропускал запланированные измерения. За 18 нед. пребывания и активной работы на станции «Прогресс» ЧСС и общая мощность спектра ВСП у него значимо не менялись (рис. а, з), но при этом выявлена значимая динамика АД (рис. б, в): снижение систолического и пульсового АД в марте–апреле (сроки тестирования 6–9), наиболее выраженное – во второй половине марта (срок 7). По результатам анализа ВСП в конце марта – начале апреля (сроки 7 и 8) зарегистрированы наиболее низкие значения отношения LF/HF (рис. д), а стресс-индекс значимо уменьшился по сравнению со значением начала декабря уже в феврале (срок 4, рис. е). По остальным показателям статистически значимой динамики не было обнаружено.

Показатели испытуемого 2, который был старше испытуемого 1, также соответствовали половозрастной норме. К сожалению, этот испытуемый прошел значительно меньше обследований, и статистически значимой динамики ни по одному из оцениваемых показателей выявлено не было.

В контрольной группе показатели сердечно-сосудистой системы в целом соответствовали половозрастной норме, и статистически значимой динамики ни по одному из них зафиксировано не было. Однако мы считаем важным отметить, что в апреле, по сравнению с первым (февральским) тестом, у москвичей была выявлена тенденция к снижению систолического ($p = 0,184$) и пульсового ($p = 0,174$) АД.

Наибольший интерес в нашем исследовании представляют данные испытуемого 1, у которого из всего списка изученных параметров выраженная динамика была обнаружена лишь в АД и показателях ВСП, связываемых с уровнем симпатических влияний (LF/HF, стресс-индекс) [7, 8]. При анализе только этих данных можно сделать заключение, что за 4 мес. работы в условиях антарктической станции у испытуемого снизился уровень симпа-

тических влияний, как следствие – уровень стресса, что отразилось и на показателях ВСП, и на уровне АД. Однако принять такую интерпретацию не позволяют показатели контрольной группы: как оказалось, в Москве в те же самые сроки у людей также может уменьшаться уровень систолического АД. Хотя в нашем случае такое снижение не было статистически значимым, указанный хронобиологический феномен описан в многочисленных клинических исследованиях [9]. Кроме того, сомнения добавляет тот факт, что у показателя SDNN, также связываемого с уровнем симпатических влияний [7, 8], значимой динамики выявлено не было.

Полученные нами результаты продемонстрировали информативность ежедневных (или почти ежедневных) тестирований состояния сердечно-сосудистой системы, позволяющих увидеть статистические тренды его динамики в длительных экспедициях. Безусловно, такие задачи не являются первоочередными при выполнении научной программы РАЭ или иных полярных экспедиций, но накопление знаний даже методом индивидуальных наблюдений [10] формирует базу данных по адаптивным изменениям в организме человека в экстремальных условиях жизни и трудовой деятельности. Высокая дискретность проводимых измерений (лучше – ежедневно) в сочетании с синхронным контролем в привычных для испытуемых исходных климатогеографических условиях поможет избежать ошибок в интерпретации результатов и дифференцировать собственно адаптивные изменения в организме человека. И, конечно же, для решения такой задачи оптимальным является комплексный полисистемный подход, с мониторингом показателей не только в покое, но и в условиях нагрузочных проб, что позволит обнаружить одновременные явные и скрытые сдвиги в разных органах и системах организма человека.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Вклад авторов: Панкова Н.Б. – обработка и анализ данных, подготовка первоначального текста статьи; Кутузова И.А. – сбор, анализ и интерпретация данных; Котенев А.В. – анализ и интерпретация данных; Ратманова П.О. – концепция и дизайн работы; Карганов М.Ю. – интерпретация данных, редактирование статьи; все авторы – утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех ее частей.

Authors' contributions: N.B. Pankova processed and analysed data, and prepared the original draft; I.A. Kutuzova collected, analysed and interpreted data; A.V. Kotenev analysed and interpreted data; P.O. Ratmanova developed the concept and design of the research; M.Yu. Karganov interpreted data and edited the article; all authors approved the final article and are responsible for the integrity of all its parts.

Список литературы

1. Хаснулин В.И. Здоровье человека и космогеофизические факторы Севера // Экология человека. 2013. Т. 20, № 12. С. 3–13. <https://doi.org/10.17816/humeco17277>
2. Rothblum E.D. Psychological Factors in the Antarctic // J. Psychol. 1990. Vol. 124, № 3. P. 253–273. <https://doi.org/10.1080/00223980.1990.10543221>
3. Van Puyvelde M., Gijbels D., Van Caelenberg T., Smith N., Bessone L., Buckle-Charlesworth S., Pattyn N. Living on the Edge: How to Prepare for It? // Front. Neuroergon. 2022. Vol. 3. Art. № 1007774. <https://doi.org/10.3389/fnrgo.2022.1007774>
4. Шеповальников В.И., Сороко С.И. Метеочувствительность человека. Бишкек: Илим, 1992. 248 с.
5. Зенченко Т.А., Мёрзлый А.М., Солонин Ю.Г. Сравнение случаев индивидуальной метеочувствительности человека в экстремальных условиях зимы северных и средних широт // Экология человека. 2011. № 11. С. 3–13.
6. Кутузова И.А., Котенев А.В., Панкова Н.Б., Ратманова П.О. Динамика показателей variability ритма у участников Российской Антарктической экспедиции // Патогенез. 2024. Т. 22, № 3. С. 75–82.
7. Baevsky R.M., Chernikova A.G. Heart Rate Variability Analysis: Physiological Foundations and Main Methods // Cardiometry. 2017. № 10. P. 66–76. <https://doi.org/10.12710/cardiometry.2017.10.6676>
8. Shaffer F., Ginsberg J.P. An Overview of Heart Rate Variability Metrics and Norms // Front. Public Health. 2017. Vol. 5. Art. № 258. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2017.00258>
9. Кузьменко Н.В., Цырлин В.А., Плисс М.Г., Галагудза М.М. Сезонные колебания артериального давления и частоты сердечных сокращений у здоровых людей: мета-анализ панельных исследований // Физиология человека. 2022. Т. 48, № 3. С. 90–106.
10. Anton-Solanas A., O'Neill B.V., Morris T.E., Dunbar J. Physiological and Cognitive Responses to an Antarctic Expedition: A Case Report // Int. J. Sports Physiol. Perform. 2016. Vol. 11, № 8. P. 1053–1059. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2015-0611>

References

1. Hasnulin V.I. Human Health and Cosmogeophysical North Factors. *Ekologiya cheloveka*, 2013, vol. 20, no. 12, pp. 3–13 (in Russ.). <https://doi.org/10.17816/humeco17277>
2. Rothblum E.D. Psychological Factors in the Antarctic. *J. Psychol.*, 1990, vol. 124, no. 3, pp. 253–273. <https://doi.org/10.1080/00223980.1990.10543221>
3. Van Puyvelde M., Gijbels D., Van Caelenberg T., Smith N., Bessone L., Buckle-Charlesworth S., Pattyn N. Living on the Edge: How to Prepare for It? *Front. Neuroergon.*, 2022, vol. 3. Art. no. 1007774. <https://doi.org/10.3389/fnrgo.2022.1007774>
4. Shepoval'nikov V.I., Soroko S.I. *Meteochuvstvitel'nost' cheloveka* [Human Weather Sensitivity]. Bishkek, 1992. 248 p.

5. Zenchenko T.A., Merzlyy A.M., Solonin Yu.G. Sravnenie sluchaev individual'noy meteochnivitel'nosti cheloveka v ekstremal'nykh usloviyakh zimy severnykh i srednikh shirot [Comparison of Cases of Individual Human Meteorological Sensitivity in Extreme Winter Conditions of Northern and Middle Latitudes]. *Ekologiya cheloveka*, 2011, no. 11, pp. 3–13.

6. Kutuzova I.A., Kotenev A.V., Pankova N.B., Ratmanova P.O. Dinamika pokazateley variabel'nosti serdechnogo ritma u uchastnikov Rossiyskoy Antarkticheskoy ekspeditsii [Dynamics of Heart Rate Variability Indicators in Participants of the Russian Antarctic Expedition]. *Patogenez*, 2024, vol. 22, no. 3, pp. 75–82.

7. Baevsky R.M., Chernikova A.G. Heart Rate Variability Analysis: Physiological Foundations and Main Methods. *Cardiometry*, 2017, no. 10, pp. 66–76. <https://doi.org/10.12710/cardiometry.2017.10.6676>

8. Shaffer F., Ginsberg J.P. An Overview of Heart Rate Variability Metrics and Norms. *Front. Public Health*, 2017, vol. 5, Art. no. 258. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2017.00258>

9. Kuz'menko N.V., Tsyrlin V.A., Pliss M.G., Galagudza M.M. Sezonnnye kolebaniya arterial'nogo davleniya i chastoty serdechnykh sokrashcheniy u zdorovykh lyudey: meta-analiz panel'nykh issledovaniy [Seasonal Variations in Blood Pressure and Heart Rate in Healthy People: A Meta-Analysis of Panel Studies]. *Fiziologiya cheloveka*, 2022, vol. 48, no. 3, pp. 90–106.

10. Anton-Solanas A., O'Neill B.V., Morris T.E., Dunbar J. Physiological and Cognitive Responses to an Antarctic Expedition: A Case Report. *Int. J. Sports Physiol. Perform.*, 2016, vol. 11, no. 8, pp. 1053–1059. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2015-0611>

Поступила в редакцию 22.12.2025 / Одобрена после рецензирования 06.02.2026 / Принята к публикации 09.02.2026
Submitted 22 December 2025 / Approved after reviewing 6 February 2026 / Accepted for publication 9 February 2026