

УДК [612.017:613.79:551.5](99)

DOI: 10.37482/2687-1491-Z051

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМА СНА И БОДРСТВОВАНИЯ НА АДАПТАЦИОННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ОРГАНИЗМА ПОЛЯРНИКОВ В УСЛОВИЯХ АНТАРКТИЧЕСКОЙ ЗИМОВКИ

*В.А. Дей** ORCID: [0000-0003-2352-247X](https://orcid.org/0000-0003-2352-247X)

*С.В. Полищук** ORCID: [0000-0003-1147-5311](https://orcid.org/0000-0003-1147-5311)

*В.М. Покровский** ORCID: [0000-0002-3971-7848](https://orcid.org/0000-0002-3971-7848)

*Кубанский государственный медицинский университет
(г. Краснодар)

Рассматривается влияние режима сна (продолжительности непрерывного сна и ритма периодов сна) на состояние адаптационных ресурсов организма во время пребывания в условиях круглогодичной антарктической полярной станции. Сравниваются два случая, совпадающие по большинству параметров повседневной жизнедеятельности (бытовые условия проживания, влияние факторов внешней среды, уровень социальных контактов, антропометрические данные, состояние здоровья), но различающиеся по режиму дня в связи с особенностями трудовой деятельности. Для оценки уровня адаптационных возможностей организма использовался индекс регуляторно-адаптивного статуса, рассчитываемый по параметрам, полученным методом сердечно-дыхательного синхронизма. У первого испытуемого (радиста) обнаружена динамика индекса регуляторно-адаптивного статуса, синхронная с ухудшением и улучшением условий внешней среды (продолжительность светового дня, погодные условия), влияющих на персонал антарктической станции, что является прогнозируемым результатом. Второй испытуемый (метеоролог) демонстрировал принципиально иную динамику адаптационных возможностей организма: во время ухудшения условий внешней среды происходило повышение адаптационных ресурсов организма из-за вынужденного снижения интенсивности рабочей нагрузки и, как следствие, значительного улучшения режима сна. Динамика индекса регуляторно-адаптивного статуса показала, что количество и качество сна более значимо влияет на состояние здоровья человека, чем неблагоприятные погодные условия (шторм). Это открывает широкие возможности для компенсации неустраняемых неблагоприятных условий внешней среды во время полярной зимовки организационными методами для максимального сохранения работоспособности полярников зимовочного состава, поскольку внезапная декомпенсация может вызвать срыв выполняемых программ на полярной станции.

Ключевые слова: полярная зимовка, работники антарктической станции, регуляторно-адаптивные возможности, режим сна, рабочая нагрузка, погодные условия.

Ответственный за переписку: Полищук Светлана Владимировна, адрес: 350063, г. Краснодар, ул. М. Седина, д. 4; e-mail: svpolischuk@rambler.ru

Для цитирования: Дей В.А., Полищук С.В., Покровский В.М. Влияние режима сна и бодрствования на адаптационные возможности организма полярников в условиях антарктической зимовки // Журн. мед.-биол. исследований. 2021. Т. 9, № 2. С. 138–144. DOI: 10.37482/2687-1491-Z051

Исследованиям сна в условиях антарктической зимовки уделяется много внимания. Чаще всего изучение сна проводится с помощью опросников, полисомнографии [1], лабораторного определения содержания мелатонина в жидкостях организма [2], актиграфии [3]. Активно исследуется влияние на сон полярников внешних условий антарктической зимовки, таких как уровень солнечного освещения [4], долгое пребывание в замкнутом пространстве [5]. При этом обычно обследуют весь персонал полярной станции, не делая различий по профессиональной принадлежности, выделяя лишь общепопуляционные факторы, например гендерную принадлежность [6].

Таким образом, влияние специфической профессиональной деятельности на адаптационные возможности человека через изменение индивидуального ритма сна остается малоизученным и представляет большой практический интерес. Исследование данной проблемы в экстремальных условиях дает возможность получить новые факты, которые могут быть использованы при решении медико-биологических задач.

Цель исследования – оценить влияние режима сна и бодрствования на адаптационные возможности персонала антарктической станции во время годичной автономной антарктической зимовки.

Материалы и методы. Исследование проводилось во время 60-й Российской антарктической экспедиции на круглогодичной станции-обсерватории «Мирный».

Для оценки уровня адаптационных возможностей организма использовался интегративный показатель – индекс регуляторно-адаптивного статуса (ИРАС), рассчитываемый по параметрам, полученным методом сердечно-дыхательного синхронизма (СДС). Данный метод разработан и усовершенствован на кафедре нормальной физиологии Кубанского государственного медицинского университета [7, 8]. Обследования проводились один раз в три месяца (поквартирно) в рамках общей диспансеризации.

Из зимовочного персонала станции были выбраны два человека, отличающиеся друг от

друга по ритму сна и бодрствования, но совпадающие по большинству прочих параметров повседневной жизнедеятельности. Испытуемые – радист и метеоролог – в течение зимовки пребывали в схожих условиях: проживали в одном здании, располагая индивидуальными спальными помещениями, а также рабочими помещениями по соседству, имели схожие коммунальные и социальные условия. Расположение жилых помещений испытуемых полярников также было схожим: комнаты находились с наветренной стороны одного и того же здания, таким образом, они подвергались приблизительно одинаковой интенсивности воздействий внешней среды. Оба полярника, индивидуально выполняя свою работу на станции, работая с аппаратурой связи и измерительной аппаратурой, часто выходили за пределы здания для ее обслуживания и проводили во внешней среде сравнительно равное количество времени, сталкиваясь с необходимостью в определенное зафиксированное время («сроки») находиться на рабочем месте и осуществлять сеансы связи. Испытуемые полярники относились к одной возрастной группе, обладали схожими антропометрическими данными и общим состоянием здоровья, оба имели в прошлом опыт антарктической зимовки и полярной работы и не имели вредных привычек (курение и злоупотребление алкоголем).

При этом рабочий график полярников кардинально отличался. Первый, являясь по должностным обязанностям радистом, работал по общестанционному рабочему графику. Его «сроки» укладывались в стандартный рабочий день: подъем и отбой по общестанционному расписанию, дневное рабочее время, возможность для полноценного непрерывного ночного сна длительностью 8–9 ч и спокойного и размеренного приема пищи, большое количество свободного времени в досуговый промежуток, совпадающий с аналогичным временем у других полярников.

Второй полярник, по должностным обязанностям являясь метеорологом, имел индивидуальный рабочий график: 4 раза в сутки он должен был совершать выход на метеоплощадку

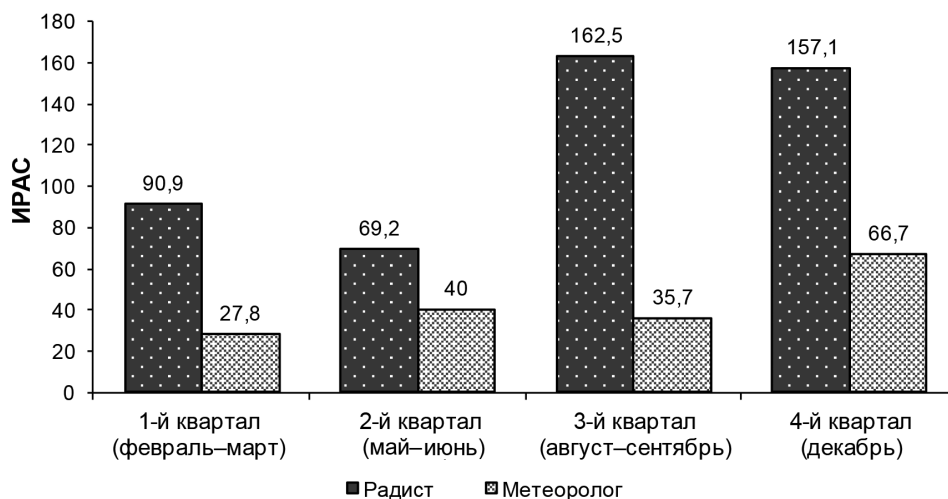
(около 50 м от здания пешком, вне зависимости от погодных условий), проводить регламентированные измерения и сбор данных, затем к определенному времени передавать собранную информацию из узла связи. Все 4 «срока» были распределены по суткам равномерно, с промежутками в 6 ч между ними. Вследствие этого метеоролог в течение всей зимовки был практически лишен возможности спать подряд более 5 ч, сталкиваясь с постоянной практикой разорванного сна. Из-за этого график сна и бодрствования метеоролога значительно менялся и свободное время смещалось относительно досугового времени других полярников, приводя к более уединенному существованию и невозможности полностью разделять социальные мероприятия с другими полярниками из-за необходимости выполнения рабочих обязанностей. Приемы пищи по времени были близки к «срокам», что провоцировало спешку во время еды или изменение графика приема пищи, откладывание порций или переход на пайковое питание.

Исследование проводилось в соответствии с принципами Хельсинкской деклара-

ции Всемирной Медицинской Ассоциации, с письменного информированного согласия участников.

Результаты. Уже в 1-м квартале полярной зимовки показатели адаптационных возможностей организма у испытуемых (радиста и метеоролога) значительно отличались при исходно одинаковом общем уровне состояния здоровья (см. рисунок). Учитывая возможное влияние индивидуальных характеристик (например, тип высшей нервной деятельности, гибкость) и вынужденную ограниченность количества участников исследования, проводился анализ динамики ИРАС каждого испытуемого.

При этом у радиста наблюдалось снижение ИРАС на 23,9 % во 2-м квартале – в период штормов, когда значительно ухудшаются погодные условия и снижается продолжительность светового дня (вплоть до наступления полярной ночи), что является выраженным неблагоприятным фактором окружающей среды, действующим на всех зимующих полярников в одинаковой степени.



Динамика индекса регуляторно-адаптивного статуса (ИРАС) у работников антарктической станции разных профессий во время годичной зимовки

Dynamics of the index of regulatory and adaptive status in representatives of different professions during a year-round wintering on a research station in Antarctica

В 3-м квартале, соответствующем периоду восстановления режима естественного освещения, увеличения длительности светового дня и установления более благоприятных для жизнедеятельности человека погодных условий, у радиста наблюдалось значительное увеличение ИРАС (на 78,8 и 134,8 % в сравнении со значениями в 1-м и во 2-м кварталах соответственно) как реакция на окончание периода штормов и улучшение общестанционных факторов окружающей среды.

В то же время метеоролог демонстрировал принципиально иную динамику изменения адаптационных возможностей организма. Во 2-м квартале зимовки, на пике ухудшения погодных условий, при шторме (сила ветра 30 м/с и выше, прямая видимость 1–2 м, температура воздуха около -20°C и ниже) выход за пределы зданий представляет уже не риск, а прямую опасность для жизни полярника. Приказом начальника станции (несущего ответственность за жизнь зимующих полярников) запрещается выходить за пределы зданий в одиночку на время сохранения штормовых условий либо покидать здания вообще вне зависимости от величины группы. В случае метеоролога это означает, что, независимо от своих должностных обязанностей, он не имеет возможности осуществлять свою рабочую деятельность или вынужден осуществлять ее в усеченном объеме, поскольку метеоплощадка находится на значительном расстоянии от здания, превышающем дальность прямой видимости в 10–20 раз. Соответственно, выход на метеоплощадку при штормовых условиях требует, чтобы метеоролога по личной и добровольной инициативе сопровождали еще двое полярников, не занятых на данный момент в работах, или же выход на метеоплощадку оказывается запрещен прямым приказом начальника станции, имеющим высший приоритет.

В результате вместо 4 выходов на метеоплощадку в сутки физически возможны становятся 1–2 выхода в сутки в лучшем случае, или же метеонаблюдения не ведутся

вообще. Поскольку штормовые условия могут длиться 4–5 дней подряд и затем, спустя 1–2 дня передышки, приходит новый шторм длительностью 3–6 дней, у метеоролога значительно уменьшается интенсивность рабочей нагрузки и в первую очередь временно прекращается режим разорванного сна по форс-мажорным причинам: он получает возможность спать 8–10 ч подряд. Таким образом, метеоролог в момент максимальной выраженности общестанционных неблагоприятных факторов внешней среды сталкивается с индивидуальным снижением профессиональной вредности. При этом у него не только не уменьшается ИРАС (чего можно было бы ожидать), но наблюдается некоторое увеличение адаптационных возможностей организма (на 43,9 %) как реакция на улучшение ритма сна, при сохранении общей со всеми интенсивности прочих неблагоприятных условий.

В 3-м квартале, на фоне сокращения выраженности общестанционных неблагоприятных факторов, ИРАС у метеоролога снизился по сравнению с данными во 2-м квартале зимовки как реакция на повышение интенсивной рабочей деятельности и возобновление практики разорванного сна.

Обсуждение. В течение антарктической зимовки человеку постоянно необходимо адаптироваться к меняющимся внешним условиям. Круглогодичная станция-обсерватория «Мирный» находится на морском побережье, в климатической зоне штормов, часто сменяющих друг друга, что обуславливает повышенную адаптационную нагрузку на полярников.

Изучение воздействия специфической профессиональной деятельности на адаптационные возможности человека через изменение индивидуального ритма сна показывает, насколько рабочий график способен влиять на общее состояние здоровья полярника [9]. Проведенное нами СДС-исследование выявило объективный масштаб этого влияния, по которому режим сна может соперни-

чать с погодными факторами внешней среды. Таким образом, полученные данные и выводы будут справедливы и для полярников, работающих в других условиях антарктической зимовки. Например, для персонала антарктических станций, расположенных в иных климатических условиях, или станций северного полушария (арктические станции), а также для персонала судов, осуществляющих деятельность в полярных широтах [10].

Результаты исследования позволяют сделать вывод о том, что количество и качество сна оказывает сравнительно более значимое и масштабное влияние на состояние здоровья человека, чем неблагоприятные погодные условия (даже в период штормов). Следовательно, организационными методами можно во многом компенсировать неблагоприятное воздействие погодных условий на адаптационные возможности организма.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. *Pattyn N., Van Puyvelde M., Fernandez-Tellez H., Roelands B., Mairesse O.* From the Midnight Sun to the Longest Night: Sleep in Antarctica // *Sleep Med. Rev.* 2018. Vol. 37. P. 159–172. DOI: [10.1016/j.smrv.2017.03.001](https://doi.org/10.1016/j.smrv.2017.03.001)
2. *Chen N., Wu Q., Xiong Y., Chen G., Song D., Xu C.* Circadian Rhythm and Sleep During Prolonged Antarctic Residence at Chinese Zhongshan Station // *Wilderness Environ. Med.* 2016. Vol. 27, № 4. P. 458–467. DOI: [10.1016/j.wem.2016.07.004](https://doi.org/10.1016/j.wem.2016.07.004)
3. *Folgueira A., Simonelli G., Plano S., Tortello C., Cuiuli J.M., Blanchard A., Patagua A., Brager A.J., Capaldi V.F., Aubert A.E., Barbarito M., Golombek D.A., Vigo D.E.* Sleep, Napping and Alertness During an Overwintering Mission at Belgrano II Argentine Antarctic Station // *Sci. Rep.* 2019. Vol. 9. Art. № 10875. DOI: [10.1038/s41598-019-46900-7](https://doi.org/10.1038/s41598-019-46900-7)
4. *Mairesse O., MacDonald-Nethercott E., Neu D., Tellez H.F., Dessy E., Neyt X., Meeusen R., Pattyn N.* Preparing for Mars: Human Sleep and Performance During a 13 Month Stay in Antarctica // *Sleep.* 2019. Vol. 42, № 1. DOI: [10.1093/sleep/zsy206](https://doi.org/10.1093/sleep/zsy206)
5. *Stahn A.C., Gunga H.-C., Kohlberg E., Gallinat J., Dinges D.F., Kühn S.* Brain Changes in Response to Long-Duration Antarctic Expeditions // *N. Engl. J. Med.* 2019. Vol. 381, № 23. P. 2273–2275. DOI: [10.1056/NEJMc1904905](https://doi.org/10.1056/NEJMc1904905)
6. *Steinach M., Kohlberg E., Maggioni M.A., Mendt S., Opatz O., Stahn A., Gunga H.C.* Sleep Quality Changes During Overwintering at the German Antarctic Stations Neumayer II and III: The Gender Factor // *PLoS One.* 2016. Vol. 11, № 2. Art. № e0150099. DOI: [10.1371/journal.pone.0150099](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0150099)
7. *Полищук Л.В., Усатилов С.В., Шкиря Т.В., Покровский В.М.* Статистическое прогнозирование в создании экспресс-методики определения уровня регуляторно-адаптивного статуса организма человека // *Кубан. науч. мед. вестн.* 2014. № 6(148). С. 65–70.
8. *Полищук Л.В.* Экспресс-модификация метода определения регуляторно-адаптивных возможностей организма человека // *Изв. Самар. науч. центра РАН.* 2014. Т. 16, № 5(4). С. 1238–1240.
9. *Дорохов В.Б.* Сомнология и безопасность профессиональной деятельности // *Журн. высш. нерв. деятельности им. И.П. Павлова.* 2013. Т. 63, № 1. С. 33–47. DOI: [10.7868/S0044467713010048](https://doi.org/10.7868/S0044467713010048)
10. *Решняк В.И., Щуров А.Г., Витязева О.В.* Профессиональная деятельность работников флота в условиях хронофизиологической адаптации // *Вестн. гос. ун-та мор. и реч. флота им. адм. С.О. Макарова.* 2014. № 6(28). С. 20–24.

References

1. Pattyn N., Van Puyvelde M., Fernandez-Tellez H., Roelands B., Mairesse O. From the Midnight Sun to the Longest Night: Sleep in Antarctica. *Sleep Med. Rev.*, 2018, vol. 37, pp. 159–172. DOI: [10.1016/j.smrv.2017.03.001](https://doi.org/10.1016/j.smrv.2017.03.001)
2. Chen N., Wu Q., Xiong Y., Chen G., Song D., Xu C. Circadian Rhythm and Sleep During Prolonged Antarctic Residence at Chinese Zhongshan Station. *Wilderness Environ. Med.*, 2016, vol. 27, no. 4, pp. 458–467. DOI: [10.1016/j.wem.2016.07.004](https://doi.org/10.1016/j.wem.2016.07.004)
3. Folgueira A., Simonelli G., Plano S., Tortello C., Cuiuli J.M., Blanchard A., Patagua A., Brager A.J., Capaldi V.F., Aubert A.E., Barbarito M., Golombek D.A., Vigo D.E. Sleep, Napping and Alertness During an Overwintering Mission at Belgrano II Argentine Antarctic Station. *Sci. Rep.*, 2019, vol. 9. Art. no. 10875. DOI: [10.1038/s41598-019-46900-7](https://doi.org/10.1038/s41598-019-46900-7)
4. Mairesse O., MacDonald-Nethercott E., Neu D., Tellez H.F., Dessy E., Neyt X., Meeusen R., Pattyn N. Preparing for Mars: Human Sleep and Performance During a 13 Month Stay in Antarctica. *Sleep*, 2019, vol. 42, no. 1. DOI: [10.1093/sleep/zsy206](https://doi.org/10.1093/sleep/zsy206)
5. Stahn A.C., Gunga H.-C., Kohlberg E., Gallinat J., Dinges D.F., Kühn S. Brain Changes in Response to Long-Duration Antarctic Expeditions. *N. Engl. J. Med.*, 2019, vol. 381, no. 23, pp. 2273–2275. DOI: [10.1056/NEJMc1904905](https://doi.org/10.1056/NEJMc1904905)
6. Steinach M., Kohlberg E., Maggioni M.A., Mendt S., Opatz O., Stahn A., Gunga H.C. Sleep Quality Changes During Overwintering at the German Antarctic Stations Neumayer II and III: The Gender Factor. *PLoS One*, 2016, vol. 11, no. 2. Art. no. e0150099. DOI: [10.1371/journal.pone.0150099](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0150099)
7. Polishchuk L.V., Usatkov S.V., Shkirya T.V., Pokrovskiy V.M. Statisticheskoe prognozirovaniye v sozdaniye ekspress-metodiki opredeleniya urovnya regulyatorno-adaptivnogo statusa organizma cheloveka [Statistical Forecasting When Creating the Quick Technique of Determining a Level of Regulatory and Adaptive Status of the Human Body]. *Kubanskiy nauchnyy meditsinskiy vestnik*, 2014, no. 6, pp. 65–70.
8. Polishchuk L.V. Ekspress-modifikatsiya metoda opredeleniya regulyatorno-adaptivnykh vozmozhnostey organizma cheloveka [Express Modification of Determination Method of Regulatory and Adaptive Capabilities of Human Organism]. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra RAN*, 2014, vol. 16, no. 5, pp. 1238–1240.
9. Dorokhov V.B. Somnologiya i bezopasnost’ professional’noy deyatelnosti [Somnology and Occupational Safety]. *Zhurnal vysshey nervnoy deyatelnosti im. I.P. Pavlova*, 2013, vol. 63, no. 1, pp. 33–47. DOI: [10.7868/S0044467713010048](https://doi.org/10.7868/S0044467713010048)
10. Reshnyak V.I., Shchurov A.G., Vityazeva O.V. Professional’naya deyatelnost’ rabotnikov flota v usloviyakh khronofiziologicheskoy adaptatsii [Professional Activities of Fleet Workers in Conditions of Chronophysiological Adaptation]. *Vestnik gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota im. admirala S.O. Makarova*, 2014, no. 6, pp. 20–24.

DOI: 10.37482/2687-1491-Z051

Valentin A. Dey* ORCID: [0000-0003-2352-247X](https://orcid.org/0000-0003-2352-247X)
Svetlana V. Polishchuk* ORCID: [0000-0003-1147-5311](https://orcid.org/0000-0003-1147-5311)
Vladimir M. Pokrovskiy* ORCID: [0000-0002-3971-7848](https://orcid.org/0000-0002-3971-7848)

*Kuban State Medical University
(Krasnodar, Russian Federation)

INFLUENCE OF SLEEP–WAKE PATTERNS ON THE BODY’S ADAPTIVE CAPABILITIES DURING ANTARCTIC WINTERING

This article studies the influence of the sleep pattern (duration of uninterrupted sleep and rhythm of sleep periods) on the condition of the body’s adaptive resources during a year-round stay at a research station in Antarctica. We compared two cases that coincide in most parameters of daily life

(living conditions, influence of environmental factors, level of social contacts, anthropometric data, and health status), but differ in terms of day regimen due to work activities. To assess the body's adaptive capabilities, the index of regulatory and adaptive status (IRAS) was used, calculated by parameters obtained by the method of cardio-respiratory synchronism. The first subject (a radio operator) showed IRAS dynamics coinciding with deterioration and improvement of environmental conditions (daylight hours, weather conditions) affecting the Antarctic station staff, which was a predicted result. The second subject (a meteorologist) demonstrated a fundamentally different dynamics of the body's adaptive capabilities: during deterioration of environmental conditions, the body's adaptive resources increased due to lower work intensity and, as a result, a significant improvement in the sleep pattern. IRAS dynamics showed that the amount and quality of sleep has a more significant impact on human health than adverse weather conditions (storms). This opens up a wide range of opportunities to compensate for unavoidable adverse environmental conditions and help to preserve, as much as possible, the capacity for work in members of polar expeditions during wintering, as sudden decompensation can cause disruption to ongoing programmes at the research station.

Keywords: *polar wintering, Antarctic station staff, regulatory and adaptive capabilities, sleep pattern, workload, weather conditions.*

Поступила 31.05.2020

Принята 21.01.2021

Received 31 May 2020

Accepted 21 January 2021

Corresponding author: Svetlana Polishchuk, *address:* ul. M. Sedina 4, Krasnodar, 350063, Russian Federation;
e-mail: svpolischuk@rambler.ru

For citation: Dey V.A., Polishchuk S.V., Pokrovskiy V.M. Influence of Sleep–Wake Patterns on the Body's Adaptive Capabilities During Antarctic Wintering. *Journal of Medical and Biological Research*, 2021, vol. 9, no. 2, pp. 138–144. DOI: 10.37482/2687-1491-Z051