

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco630324>

Эколого-физиологический подход к оценке функций организма работников геолого-разведочных экспедиций при производственных меридиональных перемещениях из средних широт в Арктический регион

В.В. Колпаков, Е.А. Томилова, А.А. Ткачук

Тюменский государственный медицинский университет, Тюмень, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Выявление закономерностей формирования компенсаторно-приспособительных механизмов и разработка технологий здоровьесбережения при различных формах производственной деятельности в условиях Арктического региона остаётся актуальной проблемой до настоящего времени.

Цель. Дать комплексную климатофизиологическую оценку суточным колебаниям сезонной динамики метеофакторов, идентифицировать их влияние на сердечно-сосудистую систему и психофизиологическое состояние работников геологоразведочных экспедиций при производственных меридиональных перемещениях из Тюмени (57° 09' с.ш.) на п-ов Ямал (71° 11' с.ш.).

Материал и методы. Проведено комплексное обследование 115 мужчин 20–40 лет в условиях средних широт (исходные данные) и при производственном перемещении в Арктический регион. Обследование включало регистрацию основных показателей сердечно-сосудистой системы (ЧСС, АД, среднединамическое, пульсовое АД), ЭКГ в стандартных однополюсных и усиленных отведениях, психофизиологические исследования (определение личностной и ситуативной тревожности, диагностика состояния стресса, регуляции самоконтроля и эмоциональной лабильности), а также для расчёта природно-климатического контраста регионов Западной Сибири анализировали метеоданные и показатели геомагнитной активности по восьмикратным измерениям в течение суток на протяжении 12 мес. за 11 лет по единой системе показателей метеостанций в Тюмени и на Харасавэе.

Результаты. При меридиональных перемещениях из средних широт в условия Арктического региона начальный уровень отклонений (десинхроноз) показателей сердечно-сосудистой системы и психофизиологическое состояние зависят от межрегионального климатического контраста и различий амплитудно-фазовых характеристик суточных ритмов метеорологических параметров исходного и конечного пунктов перелёта.

Заключение. Установленная взаимосвязь в системе «метеоритмы–биоритмы» обосновывает необходимость разработки региональных норм хронофизиологических показателей здорового человека в конкретных природно-климатических условиях и динамическое наблюдение за их отклонениями при производственных перемещениях «средние широты–Арктический регион» в разные сезоны года для эффективного мониторинга дезадаптационных нарушений и прогноза возможного формирования патологии.

Ключевые слова: здоровье населения; Арктический регион; климатический контраст; хроноструктура метеопоказателей; биоритмы.

Как цитировать:

Колпаков В.В., Томилова Е.А., Ткачук А.А. Эколого-физиологический подход к оценке функций организма работников геолого-разведочных экспедиций при производственных меридиональных перемещениях из средних широт в Арктический регион // Экология человека. 2024. Т. 31, № 2. С. 148–161. DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco630324>

Рукопись поступила: 14.04.2024

Рукопись одобрена: 21.08.2024

Опубликована online: 17.09.2024

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco630324>

Eco-physiological approach to assessing the functional state of workers in geological prospecting expeditions during meridian movement between mid-latitudes and the Arctic region

Viktor V. Kolpakov, Evgeniya A. Tomilova, Anna A. Tkachuk

Tyumen State Medical University, Tyumen, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: The current challenge lies in defining the unique characteristics of compensatory and adaptive mechanisms formation, as well as the development of healthcare technologies for various forms of work in Arctic region conditions.

AIM: To study associations between climate patterns and physiological responses to daily fluctuations in meteorological factors. Specifically, we aimed to investigate how these factors impact the cardiovascular system and psychophysiological well-being of workers during geological prospecting expeditions along the meridian travel between Tyumen (57° 09' N) and Yamal (71° 11' N).

MATERIAL AND METHODS: A total of 115 men aged 20–40 years in mid-latitude conditions (baseline data) and during occupational relocation to the Arctic region comprised the sample. The examination included recording key indicators of the cardiovascular system (heart rate, blood pressure, mean arterial pressure, pulse pressure), ECG in standard unipolar and augmented leads, and psychophysiological assessments (evaluation of trait and state anxiety, stress diagnostics, regulation of self-control, and emotional lability). Additionally, to calculate the natural and climatic contrast of regions in Western Siberia, meteorological data and geomagnetic activity indicators were analyzed based on eight daily measurements over 12 months across 11 years using a unified system of meteorological station indicators in Tyumen and Kharasavey.

RESULTS: The cardiovascular system experiences desynchronization during meridian movement from middle latitudes to the Arctic region. This condition is influenced by the interregional climatic contrast and the differences in daily rhythm characteristics of meteorological data between the initial and final destinations. The interaction within the system of meteorological rhythms plays an important role in these variations.

CONCLUSION: The established associations within the 'meteorhythms–biorhythms' system underscore the necessity for developing regional norms for chronophysiological parameters of a healthy individual under specific environmental and climatic conditions. It also highlights the importance of dynamic monitoring of deviations in these parameters during occupational relocations between mid-latitudes and the Arctic region across different seasons. This approach is essential for the effective monitoring of maladaptive disorders and for predicting the potential development of pathologies.

Keywords: population health; Arctic region; climatic contrast; meteorological chronostructure; biological rhythms.

To cite this article:

Kolpakov VV, Tomilova EA, Tkachuk AA. Eco-physiological approach to assessing the functional state of workers in geological prospecting expeditions during meridian movement between mid-latitudes and the Arctic region. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2024;31(2):148–161.

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco630324>

Received: 14.04.2024

Accepted: 21.08.2024

Published online: 17.09.2024

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco630324>

用生态生理学方法评估地质勘探考察队员在从中纬度到北极地区的生产经向移动过程中的身体机能

Viktor V. Kolpakov, Evgeniya A. Tomilova, Anna A. Tkachuk

Tyumen State Medical University, Tyumen, Russia

摘要

理由 在北极地区各种形式的工业活动中，确定补偿-适应机制的形成规律和开发健康保护技术，至今仍是一个实际问题。

目标。对气象要素的季节性日波动进行复杂的气候生理学评估，确定其对从秋明（北纬 57° 09'）到亚马尔半岛（北纬 71° 11'）经向移动期间地质勘探考察人员的心血管系统和心理生理状态的影响。

材料和方法。对 115 名 20-40 岁的男性进行了全面调查，调查条件为中纬度地区（初始数据）和工业搬迁至北极地区期间。检查包括心血管系统主要指数（心率、血压、平均动态血压和脉搏血压）的登记、标准单极和放大导联的心电图、心理生理学研究（个人和情境焦虑的测定、压力状态诊断、自我控制调节和情绪不稳定性），以及气象数据和地磁活动指数的分析，以计算西西伯利亚西部地区的自然气候对比，一天内测量八次。

测量结果 在从中纬度地区向北极地区的经向运动过程中，心血管系统指数和心理生理状态的初始偏差水平（非同步）取决于地区间气候对比以及飞行起点和终点的气象参数日节律的振幅-相位特征差异。

结论 在“陨石-生物节律”系统中建立的相互关系证明，有必要制定健康人在特定自然气候条件下的时间生理指标的地区标准，并在一年中的不同季节动态观察其在“中纬度-北极地区”生产运动过程中的偏差，以有效监测适应不良紊乱和预测可能形成的病症。

关键词：人口健康；北极地区；气候对比；气象指标的时序结构；生物节律。

引用本文：

Kolpakov VV, Tomilova EA, Tkachuk AA. 用生态生理学方法评估地质勘探考察队员在从中纬度到北极地区的生产经向移动过程中的身体机能. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2024;31(2):148-161. DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco630324>

收到: 14.04.2024

接受: 21.08.2024

发布日期: 17.09.2024

ОБОСНОВАНИЕ

Несмотря на достаточно большое количество проведённых исследований и предлагаемых теорий по оценке влияния природно-климатических условий Арктического региона на человека, до настоящего времени остаются дискуссионными многие вопросы, касающиеся механизмов формирования особенностей реакции организма на воздействие неблагоприятных факторов высоких широт. Как правило, в абсолютном большинстве литературных источников динамику разных физиологических функций связывают преимущественно с общим понятием — «суровые климатические условия» или влиянием отдельного показателя климата, в частности низких температур, изменения цикличности светового дня в полярный день и полярную ночь, повышенную флюктуацию содержания кислорода, показателей атмосферного давления и магнитного поля. При этом признаётся, что это влияние носит комплексный характер, а большой объём научной продукции, много дающей при решении прикладных задач, ещё недостаточен для создания теоретической концепции физиологии современного человека в Арктическом регионе, который позволял бы объединить и объяснить с единых системных позиций воздействие на организм всех особенностей климатогеографического характера окружающей среды [1–5].

Как результат, продолжают активно обсуждаться вопросы, касающиеся физиологических стандартов и принципов гомеостатического регулирования в условиях северных регионов. При этом особое место занимает начальный этап реакции организма на перемещение в высокие широты, обсуждение которого до настоящего времени остаётся во многом дискуссионным. В связи с этим поиски маркеров запуска компенсаторно-приспособительных механизмов и прогноз эффективности адаптационных процессов у человека в условиях Арктического региона остаются актуальными и требуют дополнительных направленных исследований [6–9].

Так, в настоящее время имеется устоявшееся мнение, что ритмичность физиологических процессов составляет фундамент организации живых систем. Специальными опытами в изоляции определено, что большинство физиологических ритмов человека имеет эндогенную природу. При этом, оставаясь эндогенными, физиологические ритмы в реальных условиях жизнедеятельности организма всегда настраиваются по частоте и фазе соответствующими изменениями на воздействия условий внешней среды. Особая роль отводится естественному освещению, а время восхода и захода солнца воспринимается организмом как один из основных сигналов формирования его периодической деятельности. Однако реальная оценка взаимодействия структуры светового дня с другими метеорофакторами и на этой основе комплексного воздействия на организм в системе «метеоритм–биоритм» является практически открытой [10–14].

Вместе с тем раздел биоритмологии — хронофизиология меридиональных перемещений человека всё ещё находится в стадии становления. К настоящему времени предложен термин «сезонная десинхронизация» как состояние первичной реакции организма на условия нового контрастного района при перелёте по меридиану. Однако вопрос по основной компоненте — механизмам разобщения и последующей синхронизации суточных ритмов физиологических функций с внешними датчиками новых климатических условий остаётся недостаточно изученным. Последнее во многом определено ограниченной возможностью моделирования комплекса природных условий в лаборатории. Только при натуральном эксперименте в конкретном климатогеографическом регионе можно получить сведения, необходимые для решения поставленных задач.

Цель исследования. Дать комплексную климатофизиологическую оценку суточным колебаниям сезонной динамики метеорофакторов и идентифицировать их влияние на сердечно-сосудистую систему и психофизиологическое состояние работников геолого-разведочных экспедиций при производственных меридиональных перемещениях из Тюмени (57° 09' с.ш.) на п-ов Ямал (71° 11' с.ш.).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Все вопросы, решение которых необходимо для достижения поставленной цели, были рассмотрены на модели вахты 2-го типа у работников геолого-разведочных экспедиций с меридиональными перемещениями из климатической зоны Тюмени (57° 09' с.ш., постоянное место жительства) на п-ов Ямал (71° 11' с.ш., место производственной деятельности). Для расчёта природно-климатического контраста регионов Западной Сибири на маршруте передвижения анализировали метеоданные и показатели геомагнитной активности по восьмикратным измерениям в течение суток на протяжении 12 мес. за 11 лет по единой системе показателей метеостанций в Тюмени и на Харасавэе.

Все испытуемые при поступлении на работу в соответствии с трудовым законодательством проходили обследование с привлечением высококвалифицированных специалистов и использованием современной медицинской аппаратуры.

Критерии включения: мужчины, возраст 20–40 лет, I диспансерная группа здоровья, отсутствие хронической соматической патологии, острых воспалительных и респираторных заболеваний при обследовании, наличие информированного согласия на проведение исследования.

Критерии исключения: мужчины других возрастных групп, II, IIIa и IIIb диспансерных групп здоровья, состоящие на диспансерном учёте, отказ участвовать в исследовании.

Всего обследовано 115 мужчин геологоразведочной экспедиции в возрасте от 20 до 40 лет (медиана 28 лет)

в условиях средних широт (исходные данные) и при производственном перемещении в Арктический регион. Комплексные исследования включали определение частоты сердечных сокращений (ЧСС, уд/мин), систолического (САД, мм рт. ст.), диастолического (ДАД, мм рт. ст.), среднединамического (СрАД, мм рт. ст.) и пульсового (ПД, мм рт. ст.) артериального давления, а также анализ параметров ЭКГ в стандартных и однополюсных усиленных отведениях («ЭКГТ-04 Аксион», Россия) в первые 3 дня нахождения на вахте. Регистрация первичных показателей проводилась 4 раза в сутки — в 00, 06, 12 и 18 ч.

Психофизиологические исследования включали определение личностной (ЛТ) и ситуативной (СТ) тревожности по тесту Спилбергера–Ханина с интерпретацией показателей: до 30 баллов — низкая, 31–44 балла — умеренная, 45 и более баллов — высокая. Диагностику состояния стресса оценивали по особенностям его регуляции (РСС) — степени самоконтроля и эмоциональной лабильности. Высокий уровень регуляции в стрессовых ситуациях — 0–4 балла, умеренный уровень — 5–7 баллов, слабый уровень — 8–9 баллов [15].

Статистическую обработку полученных данных проводили с применением пакета прикладных программ Microsoft Office Excel и Statistica 26.0 с расчётом параметрического *t*-критерия Стьюдента при сравнении средних значений независимых выборок и непараметрических критериев (*U*-критерий Манна–Уитни, *H*-критерий Краскала–Уоллиса) для выявления различий в уровне и распределении изучаемых показателей. Для измерения силы между двумя переменными вычисляли коэффициент корреляции по Пирсону и Спирмену. При сравнении средних данных, а также проверке статистических гипотез критический уровень значимости (*p*) в работе принимался 0,05. Хронофизиологическую оценку метеофакторов и показателей сердечно-сосудистой системы осуществляли при помощи прикладных хронобиологических программ. На этой основе оценивали период, акрофазу, амплитуду ритма, мезор, а также спектральную плотность, мощность и фазовую структуру суммарного ритма по каждому из показателей [16].

РЕЗУЛЬТАТЫ

На первом этапе оценили суточную и сезонную динамику метеофакторов в начальном и конечном пунктах перелёта. В частности, сопоставление структуры светового дня в условиях средних широт и Арктического региона показало его существенное различие. В условиях Тюмени минимальный световой день составил 6 ч 45 мин, максимальный — 17 ч 46 мин, а характерной особенностью динамики светового дня в условиях Харасавэя является полярный день в весенне-летние месяцы (май, июнь, июль) и полярная ночь зимой (декабрь, январь). При этом, если в условиях средних широт прирост светового дня за полгода составил 5 ч 56 мин и носил ежесуточную

поступательную динамику, то на уровне 71° с.ш. последний находился в пределах 12 ч и имел дискретный характер ежедневного увеличения, поскольку временной промежуток от полярной ночи до полярного дня был в пределах 4 мес. Это очень существенный момент, так как фазы суточных ритмов метеорологических показателей, как правило, достаточно остро реагируют на последовательность цикла «свет–темнота». В связи с этим представленные данные являются основой для более глубокой оценки разного влияния структуры светового дня на формирование сезонных и суточных метеоритмов, а отсюда и биоритмов человека на различных широтах.

Так, в наших исследованиях было установлено, что общее количество основных климатических факторов, имеющих статистически значимый 24-часовой ритм, в условиях средних широт на протяжении года составляет 84,7%, а в условиях Арктического региона (п-ов Ямал, 71° 11' с.ш.) — только 38,9%. При этом наиболее существенное различие в соотношении 24-часовых ритмов основных метеопараметров между вышеуказанными регионами наблюдается в зимний период (табл. 1).

При этом установлено, что наибольшая зависимость от фотопериодизма во все сезоны года имеет температура воздуха. В частности, результаты анализа измерения температуры воздуха показывают, что в условиях средних широт по сравнению с Арктическим регионом отмечается более высокая амплитуда суточной кривой во все месяцы года (табл. 2). С учётом значимости действия температурного фактора на организм человека это может существенным образом влиять на формирование статистически значимой 24-часовой периодики различных физиологических показателей, в частности сердечно-сосудистой системы.

При этом спектральный анализ показателей температуры воздуха в зимний период выявил полифазный характер суточной ритмики в Арктическом регионе. Отсутствие статистически значимого 24-часового ритма и появление 12- и 8-часовой периодики данного метеофактора преимущественно в осенний и зимний сезоны является существенным показателем дополнительной нагрузки на ритмологический статус физиологических функций человека в условиях высоких широт.

Также для оценки различий структуры статистического межрегионального распределения метеоэлементов необходимо использовать расчётную величину относительного контраста на определённую декаду или месяц, которая представляет собой разницу максимальных значений типичных величин конкретного параметра, нормированного на соответственно вычисленную величину (сигма) по предыдущему месту нахождения.

В наших исследованиях расчёты величин относительного контраста по температуре воздуха и другим метеопараметрам в разные сезоны года были выполнены для двух пунктов — Тюмен и пос. Харасавэй (п-ов Ямал). Как следует из представленных данных, между этими пунктами по всем изучаемым метеорологическим

Таблица 1. Сравнительная оценка выраженности суточных ритмов климатических факторов в разные месяцы в условиях Тюмени и Харасавэя**Table 1.** Comparative assessment of the intensity of daily rhythms of climatic factors across different months in Tyumen and Kharasavey

Показатель Indicator	Пункт Location Point	Месяц Months											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Температура воздуха Air temperature	Тюмень Tyumen	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Харасавэй Kharasavey	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Относительная влажность Relative humidity	Тюмень Tyumen	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Харасавэй Kharasavey	-	-	+	-	+	+	+	+	+	-	-	-
Атмосферное давление Atmospheric pressure	Тюмень Tyumen	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-
	Харасавэй Kharasavey	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
Скорость ветра Wind speed	Тюмень Tyumen	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
	Харасавэй Kharasavey	-	-	-	+	+	-	+	+	+	-	-	-
Парциальная плотность O ₂ O ₂ partial density	Тюмень Tyumen	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Харасавэй Kharasavey	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Жёсткость погоды Weather hardness	Тюмень Tyumen	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
	Харасавэй Kharasavey	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	+	-

Примечание: «+» — 24-часовой ритм установлен; «-» — отсутствует.

Note: "+" 24-hour rhythm established; "-" absent.

показателям прослеживается выраженная контрастность на протяжении всего года (табл. 3).

Таким образом, для правильной оценки состояния здоровья человека при производственных перемещениях из средних широт в Арктический регион, кроме знания абсолютных величин климатических факторов в соответствующих районах, необходима информация по величине их контраста, а также суточной и сезонной хроноструктуры. Чёткое представление о динамике и территориальных климатических градиентов даёт возможность использовать эти данные для более глубокой оценки начального включения компенсаторно-приспособительных механизмов и на этой основе проводить необходимую профилактику и коррекцию дизадаптационных нарушений, вызванных производственными перемещениями.

В связи с этим на следующем этапе изучили исходные данные показателей кровообращения у лиц здоровой популяции в условиях средних широт Западной Сибири и их динамику при перемещении в Арктический регион.

Полученные данные анализировали с учётом особенностей суточной структуры метеофакторов в различные сезоны года в каждом пункте. При этом необходимо отметить, что как в условиях средних широт (Тюмень), так и в Заполярье (Харасавэй) отмечалась достаточно чёткая сезонная динамика показателей сердечно-сосудистой системы. Вместе с тем по абсолютным показателям и амплитудно-фазовым характеристикам в пунктах перемещения имелись существенные различия (табл. 4).

Так, в условиях средних широт на протяжении всего года внутрисистемная циркадианная организация функции сердечно-сосудистой системы сохраняла статистически значимую 24-часовую периодичность по всем изучаемым показателям. Максимальные параметры артериального давления — мезор (САД, ДАД, СрАД, ПД) во все сезоны года приходились на дневные часы и сочетались с динамикой светового дня. По акрофазам, амплитудам и доверительным границам изучаемых показателей наибольшая синхронность функционирования сердечно-сосудистой

Таблица 2. Амплитудно-фазовые характеристики суточных ритмов температуры воздуха (°C) в Тюмени и Харасавэе в разное время года**Table 2.** Amplitude-phase characteristics of the daily rhythms of air temperature (°C) in Tyumen and Kharasavey across seasons

Месяц Month	Тюмень Tyumen			Харасавэй Kharasavey		
	Уровень Level (M±σ)	Амплитуда Amplitude	Акрофаза (ДИ) Acrophase (confidence interval)	Уровень Level (M±σ)	Амплитуда Amplitude	Акрофаза (ДИ) Acrophase (confidence interval)
Январь January	-16,8±4,6*	1,3	17,8 (16,1–23,0)	-23,9±3,7*	0,3	9,0**
Февраль February	-17,0±2,4	2,4	17,7 (16,4–19,55)	-28,4±4,3*	0,6	13,6**
Март March	-6,2±3,4*	2,7	17,5 (14,9–19,8)	-21,6±4,9*	1,7	14,7 (10,4–20,6)
Апрель April	5,0±2,4*	4,5	16,9 (16,5–17,5)	-13,1±4,2*	3,4	17,0 (16,0–17,7)
Май May	11,6±1,7*	5,4	16,6 (16,2–17,1)	-6,4±1,5*	2,6	17,2 (15,4–18,2)
Июнь June	16,4±1,3*	4,4	16,3 (15,3–18,0)	0,7±1,0*	1,3	17,0 (15,7–17,9)
Июль July	18,0±1,7*	4,6	16,2 (15,9–16,7)	5,9±0,9*	1,5	16,1 (14,1–18,8)
Август August	14,1±1,6*	3,4	16,5 (16,2–17,0)	5,7±2,5*	1,4	16,7 (15,1–20,3)
Сентябрь September	10,2±1,2*	4,1	16,6 (16,2–16,9)	2,9±1,4*	1,2	17,8 (17,0–19,6)
Октябрь October	0,1±3,7*	1,9	16,7 (13,2–19,0)	-7,4±2,6*	0,8	17,4**
Ноябрь November	-7,7±2,2*	1,5	17,6 (15,5–20,7)	-13,6±4,2*	0,6	6,8**
Декабрь December	-13,4±3,1*	1,5	17,5 (15,1–19,5)	-18,3±3,3*	0,6	13,3**

* Межрегиональное различие параметров с уровнем достоверности $p < 0,05$ по каждому месяцу; ** суточный ритм отсутствует.

* Interregional difference of parameters with the significance level $p < 0.05$ for each month; ** diurnal rhythm is absent.

Таблица 3. Межрегиональные относительные контрасты климатических условий на маршруте перемещений Тюмень–Харасавэй**Table 3.** Interregional relative contrasts of climatic conditions on the Tyumen–Kharasavey travel route

Показатель Indicator	Январь January	Апрель April	Июль July	Октябрь October
Температура воздуха Air temperature	-46	-52	-32	-58
Атмосферное давление Atmospheric pressure	29	42	56	31
Абсолютная влажность Absolute humidity	-45	-82	-66	-67
Скорость ветра Wind speed	150	262	112	238
Жёсткость погоды Weather hardness	438	362	119	188
Парциальная плотность O ₂ O ₂ partial density	22	240	73	85
Магнитный индекс K Magnetic index K	90	99	66	61

Примечание: межрегиональный контраст представлен в относительных единицах.

Note: interregional contrast is presented in relative units.

системы и связь с метеоритмами, в частности с суточной динамикой температуры воздуха, отмечалась в весенний и летний периоды года. Несколько в меньшей степени она была выражена зимой и осенью.

Оценивая сезонную динамику показателей сердечно-сосудистой системы при перемещении в условия Арктического региона, необходимо отметить в сравнении с исходными данными повышение среднесуточных параметров ЧСС, САД, ДАД, СрАД в каждый сезон года ($p < 0,05$). Также установлена десинхронизация различной выраженности между внутрисистемными показателями на протяжении

всего года. При этом, кроме весеннего периода, отмечается отсутствие статистически значимого 24-часового ритма ДАД, СрАД и ПД, что, в свою очередь, указывает на состояние напряжения. Подтверждение этого — снижение амплитуды суточных колебаний во все сезоны года по сравнению с исходными данными (табл. 4).

В связи с этим установленный уровень межрегиональных различий показателей сердечно-сосудистой системы определил необходимость дополнительной оценки общего состояния здоровья, в частности уровня тревожности и регуляции состояния стресса. Показатели ЛТ, СТ и РСС

Таблица 4. Амплитудно-фазовые характеристики показателей сердечно-сосудистой системы у мужчин исследуемой группы в разные сезоны года в условиях Тюмени и Харасавэя**Table 4.** Amplitude-phase characteristics of cardiovascular system indices in men of the study group in different seasons of the year in Tyumen and Kharasavey conditions

Сезон года Season	Показатель Indicator	Уровень (M±σ) Level (M±σ)	Амплитуда Amplitude	Акрофаза Acrophase	Доверительный интервал Confidence interval
Тюмень Tyumen					
Зима Winter	ЧСС HR	70,20±3,80*	5,30	16,40	15,50–17,20
	САД SBP	120,00±6,70*	4,15	16,60	15,60–17,80
	ДАД DBP	76,30±6,90*	2,58	17,20	15,20–18,10
	ПД PP	43,70±4,60	3,60	16,10	14,50–18,80
Весна Spring	СрАД MDAP	87,70±3,40*	1,79	17,40	15,10–20,40
	ЧСС HR	69,90±2,60*	5,20	16,70	15,90–17,40
	САД SBP	120,70±4,20*	3,90	16,30	15,30–17,30
	ДАД DBP	75,60±4,10*	1,50	17,70	15,70–20,90
Лето Summer	ПД PP	44,20±3,80	2,50	15,40	13,80–17,20
	СрАД MDAP	87,10±2,97*	1,36	17,60	15,80–20,10
	ЧСС HR	64,10±3,90*	5,00	17,00	16,70–17,30
	САД SBP	116,80±6,90*	4,10	16,20	15,60–16,90
Осень Autumn	ДАД DBP	70,90±6,50*	2,30	18,60	17,20–20,30
	ПД PP	45,80±3,70	2,20	14,90	13,30–15,80
	СрАД MDAP	84,00±4,80*	1,53	17,90	15,90–20,00
	ЧСС HR	69,00±3,90*	5,80	16,90	16,20–17,50
	САД SBP	122,60±5,80*	4,50	16,40	15,60–17,10
	ДАД DBP	74,60±6,70*	2,90	17,70	17,00–18,40
	ПД PP	48,00±4,10	2,30	16,00	14,70–19,10
	СрАД MDAP	86,80±3,10*	2,40	17,50	16,40–18,60
Харасавэй Kharasavey					
Зима Winter	ЧСС HR	78,10±4,58*	3,23	15,50	14,61–16,39
	САД SBP	136,70±6,80*	2,48	17,67	16,37–19,13
	ДАД DBP	89,70±6,98*	0,82	3,71**	–
	ПД PP	47,00±5,10	0,80	17,5**	–
Весна Spring	СрАД MDAP	99,10±3,90*	0,40	2,40**	–
	ЧСС HR	73,30±3,14*	3,86	16,80	15,38–18,96
	САД SBP	128,70±6,50*	2,80	16,58	15,38–17,61
	ДАД DBP	85,70±6,27*	0,91	22,12	19,47–0,77
Лето Summer	ПД PP	43,00±2,70	1,90	15,00	12,00–18,00
	СрАД MDAP	95,20±4,40*	1,20	19,30	16,80–23,70
	ЧСС HR	72,00±6,00*	1,86	12,81	10,02–15,60
	САД SBP	127,50±7,10*	2,00	11,30	10,45–14,63
Осень Autumn	ДАД DBP	81,80±6,80*	1,80	9,53	8,90–12,73
	ПД PP	46,90±4,80	1,20	13,5**	–
	СрАД MDAP	91,80±4,50*	1,10	9,80**	–
	ЧСС HR	75,10±5,30*	1,80	15,70	12,66–17,08
	САД SBP	135,10±7,80*	2,50	17,11	16,33–19,47
	ДАД DBP	87,10±6,40*	0,40	22,80**	–
	ПД PP	48,00±5,10	1,40	14,30**	–
	СрАД MDAP	96,80±5,90*	1,30	22,80**	–

Примечание: ЧСС — частота сердечных сокращений; САД — систолическое артериальное давление; ДАД — диастолическое артериальное давление; ПД — пульсовое артериальное давление; СрАД — среднединамическое артериальное давление; * межрегиональное различие параметров с уровнем достоверности $p < 0,05$ по каждому сезону; ** суточный ритм отсутствует.

Note: HR, heart rate; SBP, systolic blood pressure; DBP, diastolic blood pressure; PP, pulse l pressure; MDAP, mean dynamic arterial pressure; * interregional difference of parameters with significance level $p < 0.05$ for each season; ** no diurnal rhythm.

у мужчин в различные сезоны года в условиях Тюмени и Харасавэя представлены в табл. 5.

Как в условиях Тюмени, так и Харасавэя установлена выраженная сезонная динамика вышеуказанных показателей. Вместе с тем по пунктам перемещения имелись достаточно существенные различия. В условиях Тюмени в целом показатели ЛТ, СТ и РСС во все сезоны года соответствовали умеренному уровню. Однако в летний период установлены более низкие показатели ЛТ, СТ и РСС, а в зимний — более высокие. В весенний и осенний периоды данные показатели занимали срединную позицию. При этом в целом преобладали лица с умеренным уровнем регуляции в стрессовых ситуациях (см. табл. 5). Для данного уровня характерно адекватное поведение в стрессовых ситуациях, сохранение самообладания с незначительными проявлениями в редких случаях нарушения эмоционального равновесия.

Также полученные данные позволили установить достаточно тесную взаимосвязь степени напряжения организма с показателями сердечно-сосудистой системы в каждый сезон года. В частности, расчёт коэффициента корреляции определил среднюю положительную зависимость ЛТ, СТ и РСС от показателей САД и ДАД на протяжении всего года (r —от 0,453 до 0,583). В связи с этим сезонный уровень показателей сердечно-сосудистой системы в условиях средних широт сочетался с соответствующим уровнем личностной и ситуативной тревожности, а также

с показателями регуляции состояния стресса. Это уже на данном этапе проведённых исследований даёт основание в полной мере говорить о том, что вышеуказанные параметры могут служить дополнительными маркерами реакции всего организма на условия окружающей среды.

На этой основе вышеуказанные показатели были изучены и проанализированы в сравнительном аспекте у лиц мужского пола при перемещении в условия Арктического региона (см. табл. 5). Так, показатели ЛТ, СТ и РСС во все сезоны года, кроме летнего, при меридиональных перемещениях на п-ов Ямал соответствовали высокому уровню. Наибольшие значения были установлены зимой, наименьшие — летом, а уровень их различия на протяжении всего года был статистически значим по сравнению с исходными данными, полученными в условиях средних широт. При этом имела группа риска (17,4%), которую составляли лица со слабым уровнем регуляции в стрессовых ситуациях (РСС более 8 баллов). Для них характерно снижение самоконтроля в стрессовых ситуациях, что может приводить к формированию состояния хронического стресса и, как следствие, переутомлению и истощению адаптационных возможностей организма. Полученные данные позволили также установить достаточно тесную взаимосвязь РСС с показателями сердечно-сосудистой системы, а также личностной и ситуативной тревожностью. В частности, расчёт коэффициента корреляции определил сильную положительную зависимость

Таблица 5. Показатели личностной, ситуативной тревожности и регуляции состояния стресса у мужчин в разные сезоны года в условиях Тюмени и Харасавэя ($M \pm \sigma$)

Table 5. Indices of personality, situational anxiety and stress state regulation in men across different seasons in Tyumen and Kharasavey ($M \pm \sigma$)

Сезон года Season	Пункт Location point	Личностная тревожность Personality anxiety	p	Ситуативная тревожность Situational anxiety	p	Регуляция состояния стресса Stress regulation	p
Зима Winter	Тюмень Tyumen	43,87±2,12*	0,001	44,19±2,22*	0,005	5,7±0,32*	0,001
	Харасавэй Kharasavey	49,03±2,05*		49,06±2,27*		7,56±0,38*	
Весна Spring	Тюмень Tyumen	42,15±1,61*	0,001	42,93±1,72*	0,005	5,38±0,29	0,01
	Харасавэй Kharasavey	46,19±1,83*		46,69±1,75*		5,83±0,25	
Лето Summer	Тюмень Tyumen	38,96±1,21	0,001	39,87±1,25	0,001	5,15±0,21	0,025
	Харасавэй Kharasavey	41,93±1,38		43,27±1,59*		5,45±0,23	
Осень Autumn	Тюмень Tyumen	43,45±1,73*	0,001	43,86±1,91*	0,01	5,51±0,31*	0,001
	Харасавэй Kharasavey	48,23±1,81*		47,05±1,92*		7,35±0,33*	

* Межрегиональное различие параметров с уровнем достоверности $p < 0,05$ по каждому сезону; ** суточный ритм отсутствует.

* Interregional difference of parameters with the significance level $p < 0.05$ for each season; ** diurnal rhythm is absent.

СТ, ЛТ и РСС от ЧСС, САД и ДАД во все сезоны года (r_r —от 0,727 до 0,853).

Таким образом, смена климатогеографических условий оказывает существенную нагрузку на организм работников геолого-разведочных экспедиций, что проявляется в определённых сдвигах показателей общего гомеостаза и стресс-реактивности. Последнее имеет важное значение, поскольку даёт возможность направленной (системной) коррекции стресса с включением конкретных форм управления этим состоянием и их контролем, что в целом способствует сохранению здоровья.

ОБСУЖДЕНИЕ

Проживание в Арктическом регионе предъявляет достаточно жёсткие требования к функциональным системам организма человека, даже с учётом совершенствования индивидуальных и коллективных форм защиты, а также общей тенденции потепления климата на планете.

Не вызывает сомнений, что для поступательного развития экономически значимых северных территорий важным является сохранение здоровья его населения при различных формах производственной деятельности. Методологической основой для решения данной проблемы является эколого-физиологический подход, определяющий с различных позиций влияние окружающей среды на организм человека. Так, к настоящему времени имеется его достаточно многоплановая характеристика. В частности, пригодность арктических зон для проживания населения может оцениваться как с учётом физико-географических параметров дискомфорта условий для формирования основ в решении вопросов районирования северных территорий, так и по демографическим и медико-биологическим показателям. При этом признаётся, что построение территориальной карты в баллах дискомфорта, а также использования только данных медицинской статистики не совсем правильно. Отсюда довольно широкое распространение получили исследования по влиянию природных факторов на формирование особенностей различных физиологических процессов в конкретных климатогеографических зонах. Вместе с тем это накладывает определённый отпечаток на пределы колебаний различных параметров, поскольку расширение границ отклонений от общепринятых нормативов увеличивает риск стирания грани между физиологическими и патологическими реакциями [17]. Как результат, поиски маркеров запуска компенсаторно-приспособительных механизмов и прогноз эффективности адаптационных процессов у человека в условиях северного региона остаются актуальными и требуют направленных исследований. Известно, что одной из составляющих здоровья человека является суточная ритмичность физиологических функций, их циркадианная 24-часовая организация. Вместе с тем взаимосвязь функциональных показателей

с особенностями суточной и сезонной динамики климатических факторов окружающей среды и на этой основе формирование особенностей состояния организма в системе «метеоритмы—биоритмы» остаются практически открытым [1, 7, 11, 13].

В связи с этим разработка дополнительного интегративного показателя — установление сочетанного наличия (или отсутствия) суточной динамики метеофакторов и физиологических параметров, характеризующего тесную взаимосвязь окружающей среды и показателей организма, вполне правомерна и могла бы идентифицировать гомеостатические пределы физиологических реакций в сочетании с сохранением здоровья при перемещении в конкретные климатогеографические условия. Как показали наши исследования, наибольшее значение в установлении суточной и сезонной динамики климатических факторов на различных широтах имеет фотопериодика. Если в условиях средних широт Западной Сибири (57° с.ш.) на протяжении года имеют стабильный статистически достоверный 24-часовой ритм практически все метеофакторы, то в условиях Заполярья (Харасавэй) в период полярной ночи наблюдается их полное отсутствие. При этом, по сравнению со средними широтами, установлено существенное различие в процентном соотношении количества синхронизирующей 24-часовой ритмики метеофакторов в течение года (соответственно 84,7 и 38,9%). Кроме того, амплитудно-фазовые характеристики суточных ритмов метеофакторов в условиях Харасавэя указывают на значительное абсолютное повышение среднесуточных показателей. В связи с этим для оценки различий структуры статистического распределения метеоэлементов необходимо учитывать расчётную величину относительного контраста в дислокации начального и конечного пунктов перемещений. В частности, по данным Ю.Г. Солонина и соавт. [18], перемещение даже на 1° в условия северного региона может существенно влиять на общее состояние организма.

Вместе с тем, несмотря на интенсивное развитие медицинской климатологии, проблема особенностей влияния климата и погоды на организм здорового человека, а также изменение его состояния при переезде из одного контрастного района в другой остается актуальной. К настоящему времени предложены различные модели влияния климатических факторов на человека, прежде всего на его тепловое состояние. Наиболее распространённым показателем дискомфорта климата для человека является индекс жёсткости погоды по Бодману, который представлен как индикатор ощущения холода. При этом следует подчеркнуть недостаточность разработанности методов комплексной оценки влияния на организм человека климатических условий, что не может быть тождественно только уравнениями теплового баланса живого организма [1, 5, 8].

В связи с этим особого внимания заслуживает вопрос о суточной и сезонной динамике физиологических

функций в системе «метеоритмы–биоритмы». Так, одной из первых в компенсаторно-приспособительные реакции при воздействии неблагоприятных факторов окружающей среды включается сердечно-сосудистая система. Она отвечает увеличением своей функциональной активности, что обуславливает возможность начального формирования дизрегуляторных нарушений. При этом необходимо отметить, что выделение наиболее чувствительных маркеров расширяет возможности получения новых сведений для разработки критериев ранней диагностики нежелательных отклонений функций, их более глубокого анализа и предложения практических рекомендаций [8, 10, 19].

Для подтверждения выдвинутой гипотезы на следующем этапе изучили исходную норму хронофизиологических показателей кровообращения у лиц здоровой популяции в условиях средних широт Западной Сибири и их динамику при перемещении в Арктический регион. Полученные данные анализировали с учётом особенностей суточной структуры метеофакторов в различные сезоны года в каждом пункте. При этом необходимо отметить, что, наряду с достаточно чёткой сезонной динамикой показателей сердечно-сосудистой системы в условиях средних широт (Тюмень) и в Заполярье (Харасавэй), по абсолютным показателям и амплитудно-фазовым характеристикам имелись существенные межрегиональные различия.

На протяжении всего года в условиях средних широт внутрисистемная циркадианная организация показателей функции сердечно-сосудистой системы сохраняла статистически значимую 24-часовую периодику. Максимальные параметры артериального давления — мезор САД, ДАД, СрАД, ПД во все сезоны года приходились на дневные часы и сочетались с динамикой светового дня и температурой воздуха. При оценке суточной динамики показателей сердечно-сосудистой системы при перемещении на п-ов Ямал установлена десинхронизация различной выраженности между внутрисистемными показателями. В соответствии с динамикой светового дня и температуры воздуха определено отсутствие статистически значимого 24-часового ритма ДАД, СрАД и ПД в летний, осенний и зимний периоды года, а также снижение амплитуды суточных колебаний во все сезоны года по сравнению с исходными данными. Уплотнение суточной кривой (снижение мощности циркадианного ритма) может служить компромиссной реакцией, обеспечивающей экономизацию как хронофизиологической перестройки, так и начального этапа формирования дизрегуляторных расстройств в условиях воздействия неблагоприятных факторов окружающей среды [14, 20].

В реальных условиях жизнедеятельности биоритмы человека обладают определённой пластичностью и всегда настраиваются соответствующими изменениями на воздействие различных факторов окружающей среды. Вместе с тем при влиянии неблагоприятных факторов и снижении резистентности организма может развиваться

рассогласование во времени различных гомеостатических параметров — десинхроноз. В связи с этим особое место продолжают занимать региональные аспекты временной организации физиологических функций и на этой основе учёт особенности переходных процессов при перемещении человека в новые природно-климатические условия. Одной из актуальных задач остаётся прогноз акклиматизационной нагрузки при перемещении в определённое время года. При наличии различных методик оценки акклиматизационной нагрузки на организм человека наиболее чувствительной, по нашему мнению, является идентификация рассогласования функций — десинхроноз и как показатель — отсутствие статистически значимой 24-часовой периодики различных физиологических параметров. Не вызывает сомнений, что определяющую роль играет направление перемещений — широтное или меридиональное. Вопросам закономерности перестройки функции организма при дальних широтных перемещениях (западное и восточное направление) в настоящее время посвящено достаточное число работ. При этом эксперименты по сравнению физиологической тяжести перестройки биологических ритмов при полете в западном и восточном направлении со сдвигами временной среды не дали однозначного результата. Нет также необходимой научной информации о различных процессах синхронизации ритмов после равнозначных западных и восточных перелётов. Таким образом, результаты проведённых исследований указывают, что при оценке тяжести выполнения как широтных, так и меридиональных перелётов требуется принимать во внимание суточную ритмику метеофакторов в различные сезоны года и климатический контраст между пунктами следования [12, 13].

В связи с этим установленный уровень отклонений показателей сердечно-сосудистой системы определил необходимость дополнительной оценки общего состояния здоровья, в частности, уровня тревожности и регуляции состояния стресса. Так, одной из характерных особенностей человека является тревожность, объединяющая целый спектр психофизиологических свойств. Являясь чувствительным индикатором развития тенденций в формировании реакций каждого индивидуума на изменение факторов среды, повышенная тревожность тесно связана с процессами саморегуляции в центральной и вегетативной нервной системах. При этом определённый уровень тревожности в норме свойствен всем людям и является необходимым для оптимального приспособления человека к окружающей действительности. Однако повышенная базовая тревожность может становиться причиной развития чрезмерной стресс-реакции и повреждений организма [12, 21].

Как в условиях Тюмени, так и Харасавэя была установлена выраженная сезонная динамика вышеуказанных показателей. Вместе с тем по пунктам перемещения имелись существенные различия. В условиях Тюмени показатели ЛТ, СТ и РСС во все сезоны года соответствовали

умеренному уровню, а при перемещении в условия Арктического региона соответствовали высокому уровню. Полученные данные позволили установить однонаправленную динамику РСС, личностной и ситуативной тревожности с показателями сердечно-сосудистой системы. Последнее может использоваться как дополнительный критерий.

Таким образом, смена климатогеографических условий оказывает достаточно большую нагрузку на организм работников геолого-разведочных экспедиций, что проявляется в соответствующих сдвигах показателей общего гомеостаза и стресс-реактивности. При этом полностью оценить роль многочисленных факторов, воздействующих на организм в Арктическом регионе, достаточно сложно. Квалифицированное решение данной проблемы с учётом предложенного эколого-физиологического подхода позволяет проводить систематические наблюдения за хронофизиологическим статусом здорового человека в системе «метеоритмы–биоритмы» и их отклонениями при перемещении в контрастные природно-климатических условиях в разные сезоны года. Установление специфики физиологических процессов во времени в различных экологических условиях является одним из выражений биологической целесообразности физиологической целостности организма и возможности эффективного мониторинга состояния здоровья человека.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При меридиональных перемещениях из средних широт в условия Арктического региона начальный уровень отклонений (десинхроноз) показателей сердечно-сосудистой системы и психофизиологическое состояние зависят от межрегионального климатического контраста и различий амплитудно-фазовых характеристик суточных ритмов метеорологических параметров исходного и конечного пунктов перелёта. Установленная взаимосвязь в системе «метеоритмы–биоритмы» обосновывает необходимость учитывать региональные нормы хронофизиологических показателей здорового человека в конкретных природно-климатических условиях и динамическое наблюдение за их отклонениями при производственных перемещениях «средние широты–Арктический регион» в разные сезоны года для эффективного мониторинга дезадаптационных нарушений и прогноза возможного формирования патологии.

Полученные данные, с одной стороны, расширяют наши представления о влиянии природно-климатических условий Арктического региона на функции организма,

а с другой — дают возможность установления закономерностей формирования компенсаторно-приспособительных реакций на начальном этапе при перемещении по меридиану и на этой основе разработки соответствующих подходов и технологий сбережения здоровья человека.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. В.В. Колпаков — общая концепция и дизайн исследования, статистическая обработка полученных данных, написание текста и редактирование статьи; Е.А. Томилова — обзор литературы, сбор и анализ литературных источников, подготовка и написание текста статьи; А.А. Ткачук — обзор литературы, сбор и анализ литературных источников, написание текста и редактирование статьи. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Информированное согласие на публикацию. Все участники до включения в исследование добровольно подписали форму информированного согласия, утверждённую в составе протокола исследования этическим комитетом.

ADDITIONAL INFO

Authors' contribution. V.V. Kolpakov — general concept and design of the study, statistical processing of the data obtained, writing and editing the article; E.A. Tomilova — literature review, collection and analysis of literary sources, preparation and writing of the text of the article; A.A. Tkachuk — literature review, collection and analysis of literary sources, writing and editing the article. All authors confirm that their authorship meets the international ICMJE criteria (all authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work).

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

Competing interests. The authors declares that there are no obvious and potential conflicts of interest associated with the publication of this article.

Consent for publication. Written consent was obtained from all the study participants before the study screening in according to the study protocol approved by the local ethic committee.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андропова Т.И., Деряпа Н.Р., Соломатин А.П. Гелиометротропные реакции здорового и больного человека. Л.: Медицина, 1982. EDN: TUJNWB
2. Гудков А.Б., Ермолин С.П., Попова О.Н., Сарычев А.С. Функциональные изменения системы внешнего дыхания военнослужащих в Арктике в контрастные сезоны года // Экология человека. 2014. № 6. С. 3–7. EDN: SEPUJD

3. Казначеев В.П. Очерки теории и практики экологии человека. М.: Наука, 1983. EDN: RZYAXZ
4. Научно-технические проблемы освоения Арктики: Научная сессия Общего собрания членов РАН, 16 декабря 2014 г. М.: Наука, 2015.
5. Филатов О.В. Развитие северных и арктических территорий: основные проблемы и направления исследований // Вестник РУДН. Серия: Государственное и муниципальное управление. 2015. № 4. С. 85–97. EDN: XAYWTV
6. Доклад о состоянии здоровья населения и организации здравоохранения в Тюменской области по итогам деятельности за 2023 год. Тюмень: РИЦ «Айвекс».
7. Еськов В.М., Гудков А.Б., Филатов М.А., Еськов В.В. Принципы гомеостатического регулирования функций организма в экологии человека // Экология человека. 2019. № 10. С. 41–49. EDN: HANBPB doi: 10.33396/1728-0869-2019-10-41-49
8. Радыш И.В., Рагозин О.Н., Шаламова Е.Ю. Биоритмы, качество жизни и здоровье. М.: РУДН, 2016. EDN: VXFBIW
9. Филатова О.Е., Гудков А.Б., Еськов В.В., Чемпалова Л.С. Понятие однородности группы в экологии человека // Экология человека. 2020. № 2. С. 40–44. EDN: AQRMWY doi: 10.33396/1728-0869-2020-2-40-44
10. Губин Д.Г., Вайнерт Д., Соловьёва С.В., Дуров А.М. Роль активности, сна и внешней освещённости в суточной динамике артериального давления // Медицинский алфавит. 2018. Т. 1, № 3. С. 20–23. EDN: XPLEHZ
11. Корчин В.И., Корчина Т.Я., Терникова Е.М., и др. Влияние климатогеографических факторов Ямало-Ненецкого автономного округа на здоровье населения // Журнал медико-биологических исследований. 2021. Т. 9, № 1. С. 77–88. EDN: JFHWCN doi: 10.37482/2687-1491-2046
12. Кривощёков С.Г. Биоритмологические маркеры дизадаптации при вахтовом труде на Севере // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. 2012. Т. 98, № 1. С. 57–71. EDN: OXHHIF
13. Хронобиология и хрономедицина: руководство / под ред. С.И. Раппопорта, В.А. Фролова, Л.Г. Хетагуровой. М.: ООО «Медицинское информационное агентство», 2012. EDN: UWMRJJ.
14. Kolpakov V.V., Tomilova E.A., Larkina N.Y., et al. Chronobiological assessment of habitual physical activity in humans in Western Siberia // Human Physiology. 2016. Vol. 42, N 2. P. 203–213. EDN: WUYTDV doi: 10.1134/S0362119716020092
15. Прохоров А.О., Габдреева Г.Ш., Асмаковец Е.С. Практикум по психологии состояний. СПб.: Речь, 2004. EDN: WJQSQZ.
16. Сорокин А.А. Ультрадианные составляющие при изучении суточного ритма. Фрунзе: Илим, 1981.
17. Добродеева Л.К. Эколого-физиологические подходы в решении вопросов районирования северных территорий // Экология человека. 2010. № 10. С. 3–11. EDN: MVGORT
18. Солонин Ю.Г., Бойко Е.Р., Варламова Н.Г., и др. Влияние широты проживания в условиях Севера на организм подростков // Физиология человека. 2012. Т. 38, № 2. С. 107–111. EDN: OWXFTV
19. Рагозин О.Н., Петров И.М., Суринов Д.В., и др. Динамика ритмов параметров артериального давления у пациентов с гипертонической болезнью в зависимости от стажа адаптации к условиям Севера // Медицинская наука и образование Урала. 2023. Т. 24, № 3. С. 118–122. EDN: VWHGTL doi: 10.36361/18148999_2023_24_3_118
20. Медведев В.И. Адаптация человека. СПб.: Институт психологии, 2003. EDN: QXJUJL.
21. Афтанас Л.И. Эмоциональное пространство человека: психофизиологический анализ. Новосибирск: Издательство СО РАН, 2000. EDN: RGMQRV

REFERENCES

1. Andronova TI, Deryapa NR, Solomatin AP. Heliometeotropic reactions of a healthy and sick person. Leningrad: Medicine; 1982. (In Russ.) EDN: TUJNWB
2. Gudkov AB, Ermolin SP, Popova ON, Sarychev AS. Functional changes of military men's external respiration system in contrast seasons in the Arctic. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2014;(6):3–7. EDN: SEPUJD
3. Kaznacheev VP. Essays on the theory and practice of human ecology. Moscow: Nauka; 1983. (In Russ.) EDN: RZYAXZ
4. Scientific and technical problems of Arctic exploration: Scientific session of the General Meeting of RAS Members, December 16, 2014. Moscow: Nauka; 2015. (In Russ.)
5. Filatov OV. The development of northern and arctic territories: main problems and research guidelines. *RUDN Journal of Public Administration. Series: State and municipal management*. 2015;(4):85–97. EDN: XAYWTV
6. Report on the state of public health and health organization in the Tyumen region based on the results of activities for 2023. Tyumen: RITs «Aiveks». 2024. (In Russ.)
7. Eskov VM, Gudkov AB, Filatov MA, Eskov VV. Principles of homeostatic regulation of functions in human ecology. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2019;(10):41–49. EDN: HANBPB doi: 10.33396/1728-0869-2019-10-41-49
8. Radysh IV, Ragozin ON, Shalamova EYu. Biorhythms, quality of life and health. Moscow: RUDN; 2016. (In Russ.)
9. Filatova OE, Gudkov AB, Eskov VV, Chempalova LS. The concept of uniformity of a group in human ecology. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2020;(2):40–44. EDN: AQRMWY doi: 10.33396/1728-0869-2020-2-40-44
10. Gubin DG, Weinert D, Solovieva SV, Durov AM. Impact of activity, sleep and ambient light on circadian variability of blood pressure. *Medical Alphabet*. 2018;1(3):20–23. EDN: XPLEHZ
11. Korchin VI, Korchina TYa, Ternikova EM, et al. Influence of climatic and geographical factors of the Yamalo-Nenets autonomous okrug on the health of its population. *Journal of Medical and Biological Research*. 2021;9(1):77–88. EDN: JFHWCN doi: 10.37482/2687-1491-2046
12. Krivoshchekov SG. Biorhythmic markers of stress and dysadaptation condition at work on a rotational basis in the North. *Russian Journal of Physiology*. 2012;98(1):57–71. EDN: OXHHIF
13. Rappoport SI, Frolov VA, Khetagurova LG, editors. *Chronobiology and Chronomedicine: a guide* Moscow: LLC "Medical Information Agency"; 2012. (In Russ.)
14. Kolpakov VV, Tomilova EA, Larkina NY, et al. Chronobiological assessment of habitual physical activity in humans in Western

- Siberia. *Human Physiology*. 2016;42(2):203–213. EDN: WUYTDV
doi: 10.1134/S0362119716020092
15. Prokhorov AO, Gabdreeva GSh, Asmakovets ES. A workshop on the psychology of states. St. Petersburg: Rech; 2004. (In Russ.) EDN: WJQGSZ
16. Sorokin AA. Ultradian components in the study of circadian rhythm. Frunze: Ilim; 1981. (In Russ.)
17. Dobrodeeva LK. Ecologo-physiological approaches in solution of problems of northern territories division into districts. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2010;(10):3–11. EDN: MVGORT
18. Solonin YuG, Boyko ER, Varlamova NG, et al. Effect of latitude on adolescents living in the North. *Fiziologiya Cheloveka*. 2012;38(2):107–112. EDN: OWXFTV
19. Ragozin ON, Petrov IM, Surinov DV, et al. Dynamics of rhythms of parameters of arterial pressure in patients with hypertension depending on the experience of adaptation to the conditions of the North *Medical Science and Education of the Ural*. 2023;24(3):118–122. EDN: VWHGTL
doi: 10.36361/18148999_2023_24_3_118
20. Medvedev VI. Human Adaptation. St. Petersburg: Institut psikologii; 2003. (In Russ.)
21. Aftanas LI. Human emotional space: a psychophysiological analysis. Novosibirsk: Izdatel'stvo SO RAN; 2000. (In Russ.) EDN: RGMQRV

ОБ АВТОРАХ

***Томилова Евгения Александровна**, д-р мед. наук, доцент;
адрес: 625023, Россия, Тюмень, ул. Одесская, 54;
ORCID: 0000-0003-1101-7628;
eLibrary SPIN: 4006-9259;
e-mail: tomilovaea@mail.ru

Колпаков Виктор Васильевич, д-р мед. наук, профессор;
ORCID: 0000-0001-6774-0968;
eLibrary SPIN: 6672-1697;
e-mail: kolpakov661@rambler.ru

Ткачук Анна Анатольевна, канд. мед. наук;
ORCID: 0000-0003-1612-2048;
eLibrary SPIN: 6320-2990;
e-mail: ponchik117@mail.ru

AUTHORS' INFO

***Evgeniya A. Tomilova**, MD, Dr. Sci. (Medicine), Associate Professor;
address: 54 Odesskaya str., Tyumen, 625023, Russia;
ORCID: 0000-0003-1101-7628;
eLibrary SPIN: 4006-9259;
e-mail: tomilovaea@mail.ru

Viktor V. Kolpakov, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor;
ORCID: 0000-0001-6774-0968;
eLibrary SPIN: 6672-1697;
e-mail: kolpakov661@rambler.ru

Anna A. Tkachuk, MD, Cand. Sci. (Medicine);
ORCID: 0000-0003-1612-2048;
eLibrary SPIN: 6320-2990;
e-mail: ponchik117@mail.ru

*Автор, ответственный за переписку / Corresponding author