

УДК [612.17+613.1]:[57.045+574.24](98)

DOI: 10.37482/2687-1491-Z091

## **ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ НА РИСК СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ НАСЕЛЕНИЯ АРКТИКИ**

О.И. Сергейчик\* ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8979-0827>

Е.И. Ярославская\* ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1436-8853>

А.В. Плюснин\* ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3082-0192>

\*Тюменский кардиологический научный центр –  
филиал Томского национального исследовательского медицинского центра Российской академии наук  
(г. Тюмень)

Освоение арктических территорий является одним из приоритетных направлений комплексного геополитического и геоэкономического развития Российской Федерации, при этом становятся особенно актуальными вопросы формирования арктической модели здравоохранения и стабилизации демографических процессов, здоровьесбережения, а также увеличения продолжительности жизни коренного и пришлого населения. Арктика представляет собой зону особого стратегического интереса России не только в связи с перспективами освоения природных ресурсов, но и в связи с быстрым изменением глобального климата. Реализация масштабных и конкурентоспособных проектов требует притока трудового контингента, прогнозируется увеличение численности населения арктических поселков. Коренные народы, проживающие на арктических территориях Российской Федерации, относятся к особой группе населения, нуждающейся в государственной поддержке в связи с уязвимостью традиционного образа жизни и исконной среды обитания. В их отношении реализуется государственная политика устойчивого развития. В статье представлен обзор литературы, посвященной анализу особенностей воздействия этиологических неблагоприятных климато-геофизических факторов на патогенез сердечно-сосудистых заболеваний человека в условиях Арктики. Показано, что значительная доля рисков развития сердечно-сосудистых событий на территории Арктики связана как с антропогенным загрязнением окружающей природной среды (поллютанты, накапливающиеся в результате активной хозяйственной деятельности человека), так и с воздействием неблагоприятных климатических условий. Совершенствование технологий арктической медицины с позиции 4П-медицины путем снижения риска развития сердечно-сосудистых заболеваний, понимание механизмов неблагоприятного влияния природно-климатических и антропогенных факторов позволят значительно повысить качество медицинской помощи и сохранить здоровье коренного и пришлого населения российских территорий Арктики.

**Ключевые слова:** население Арктики, факторы риска сердечно-сосудистых заболеваний, загрязнение окружающей среды, неблагоприятные климатические условия, 4П-медицина.

**Ответственный за переписку:** Сергейчик Оксана Ивановна, адрес: 625026, г. Тюмень, ул. Мельникайте, д. 111; e-mail: oisserg1@yandex.ru

**Для цитирования:** Сергейчик О.И., Ярославская Е.И., Плюснин А.В. Влияние факторов внешней среды на риск сердечно-сосудистых заболеваний населения Арктики (обзор) // Журн. мед.-биол. исследований. 2022. Т. 10, № 1. С. 64–72. DOI: 10.37482/2687-1491-Z091

Арктические территории Российской Федерации являются крупнейшим источником и стратегическим резервом минеральных и энергетических ресурсов. Они представлены территориями Мурманской области, Ненецкого, Ямало-Ненецкого и Чукотского автономных округов, а также частично Карелии, Республики Коми, Якутии, Архангельской области и Красноярского края. Арктические территории занимают почти 18 % территории Российской Федерации. Реализация масштабных и конкурентоспособных проектов в них требует притока трудового контингента, прогнозируется увеличение численности населения арктических поселков [1].

Коренные народы, проживающие на территории Арктической зоны РФ (АЗРФ), относятся к особой группе населения, нуждающейся в государственной поддержке в связи с уязвимостью традиционного образа жизни и исконной среды обитания. В их отношении реализуется государственная политика устойчивого развития. Коренные малочисленные народы Российской Арктики с многовековым опытом выживания в экстремальных климатических условиях оказались не готовы к меняющимся социально-экономическим условиям современности. Равновесие, в котором они пребывали, находясь в исконной среде обитания и используя традиционные способы хозяйствования, с развитием индустриального общества оказалось нарушенным. Интенсивное освоение месторождений полезных ископаемых ухудшило условия труда и жизни коренных народов, нарушило экологический баланс территорий. Часть земель, использовавшихся под оленьи пастбища, отчуждены под промышленное освоение, нерестилища ценных видов рыб подвергаются загрязнению. Все это ведет к утрате традиционного образа жизни и оказывает крайне неблагоприятное воздействие на здоровье коренных народов АЗРФ.

Согласно федеральным программным и стратегическим документам, приоритетные направления комплексного геополитического и геоэкономического развития арктических тер-

риторий России в части арктической модели здравоохранения и стабилизации демографических процессов связаны с решением задач здоровьесбережения, а также увеличения продолжительности жизни коренного и пришлого населения территорий АЗРФ [2–5]. Переход здравоохранения на инновационно-цифровую платформу [6] позволяет применять различные скрининговые методы для ранней диагностики патологий, в т. ч. сердечно-сосудистых заболеваний [7], проводить профилактические мероприятия и осуществлять консультационную поддержку коренного и пришлого населения на территориях АЗРФ.

Разработка и внедрение высокотехнологичных моделей анализа состояния регуляторных систем организма в процессе адаптации, изучение особенностей воздействия неблагоприятных климато-геофизических и антропогенных факторов, синергизма их влияния на метаболизм (в т. ч. липидный обмен), функцию внешнего дыхания, нервную, эндокринную, иммунную и сердечно-сосудистую системы [8, 9] способствуют расширению адаптационных возможностей человека и возможностей их регуляции в экстремальных условиях высоких широт. Изучение основных механизмов влияния перечисленных неблагоприятных факторов на здоровье человека и применение риск-ориентированного подхода позволяют разрабатывать профилактические мероприятия по снижению дезадаптации и частоты развития сердечно-сосудистых заболеваний [10, 11].

Постановка данных вопросов predetermined научнотехнологическим развитием арктической медицины. Существует понятие 4П-медицины, в соответствии с которым траектория развития здравоохранения опирается на четыре принципа: предикцию (прогнозирование), превенцию (профилактику), персонализацию (индивидуализацию) и партисипативность (заинтересованность пациента в лечении). Такой подход учитывает индивидуальные особенности пациента: генетические, эпигенетические, транскриптомные, протеомные, метаболомные и метагеномные, а также

совокупность вариативных фенотипических признаков организма человека, в т. ч. отдельных тканей и клеток [12].

В экстремальных условиях Арктики задача предикции – «медицины будущего» – изучение факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний для выявления патологий на самых ранних стадиях и возможности их нивелирования. Определенное значение в решении этой задачи имеет активное внедрение цифровых технологий в систему здравоохранения, направленное на достижение соответствующего качества и доступности медицинской помощи.

Особенно актуальны сегодня исследования, посвященные функционированию и адаптационным возможностям организма человека в экстремальных северных широтах. Одним из маркеров, отражающих степень адаптированности организма к условиям Арктики, является состояние сердечно-сосудистой системы, которая реагирует на них нарушениями региональной гемодинамики и микроциркуляции [13, 14]. Данные эпидемиологических исследований, проведенных в разных регионах Арктики, показывают высокую долю сердечно-сосудистых заболеваний в общей структуре заболеваемости коренного и пришлого населения, начиная с молодого возраста, и значительное сокращение продолжительности их жизни в сравнении с жителями регионов с комфортным климатом [15–17].

Основные группы факторов риска, специфичных для арктических регионов, – природно-климатические и антропогенные [18]. Природно-климатические факторы представляют собой комплекс параметров окружающей среды, основные из которых холод, повышенная электромагнитная активность, радиация, специфичный фотопериодизм (полярная ночь и полярный день), выраженные колебания атмосферного давления [19].

Среди природно-климатических факторов, обуславливающих существенный риск возникновения сердечно-сосудистых заболеваний, доминирующим является холод, непосредственно влияющий на теплообмен и рабо-

тоспособность человека на открытом воздухе, особенно в зимний период. В исследовании реакции вегетативной нервной системы на низкую температуру окружающей среды при кратковременном воздействии холода была изучена варибельность ритма сердца (ВРС) у молодых здоровых людей 18–21 года [20]. Результаты спектрального анализа, частотные показатели ВРС позволили дифференцировать вклад центральных механизмов в изменчивость ритма сердца и кластеризовать реакцию вегетативной нервной системы: при первом варианте реакции вегетативной регуляции ритма сердца на общее охлаждение происходит усиление влияния дыхательных модуляций на ритм сердца и возвращение к исходным показателям после воздействия холода, при втором варианте – выраженная активизация центральных, гуморально-метаболических механизмов регуляции сердечного ритма с минимальным изменением показателей центральной гемодинамики. Изучение индивидуальной реакции вегетативной нервной системы на холод позволяет уточнить механизмы адаптации человека к воздействию низкой температуры окружающей среды и разработать реабилитационные программы, что является крайне важным для здоровья лиц, чья профессия связана с работой в условиях низких температур.

В работе С.В. Соколова [21] показано влияние биотропности внутрисуточной изменчивости массовой доли кислорода в атмосферном воздухе, атмосферного давления и температуры на частоту обострения ишемической болезни сердца (ИБС) в условиях северных территорий. При анализе временных рядов метеорологических данных с 1996 по 2015 годы, взятых из архива Всероссийского научно-исследовательского института гидрометеорологической информации (г. Обнинск), и частоты случаев ухудшения состояния больных ИБС, зарегистрированных в этот период станцией скорой медицинской помощи, ученым была обнаружена связь внезапного ухудшения состояния больных ИБС с коэффициентом биотропности, индексом патогенности и амплитудой внутри-

суточной изменчивости рассматриваемых биоклиматических показателей.

В работе А.С. Ветошкина и соавторов [22] показано влияние ритма природной освещенности в экстремальных условиях высоких широт с выраженной сезонной асимметрией фотопериодизма на суточные ритмы артериального давления (АД) и частоты сердечных сокращений. Сравнивалось АД у северной группы мужчин, работающих в режиме вахтового труда, больных артериальной гипертензией 1-й или 2-й степени, и сопоставимой по основным клиническим показателям группы сравнения из проживающих в умеренной климатической зоне. При анализе стандартных и хронобиологических показателей суточного профиля АД в различные сезоны года было обнаружено, что в условиях заполярной вахты неблагоприятным фактором для суточного профиля АД является зимний период (полярная ночь), характеризующийся максимальной степенью уплощения суточных ритмов и преобладанием высокочастотных колебаний в их спектре.

Низкое среднегодовое абсолютное содержание влаги в атмосфере Арктики является основной причиной снижения содержания кислорода в артериальной крови населения, что ведет к нарушению диффузии кислорода и углекислого газа через альвеолярно-капиллярную мембрану – формированию гипоксемии. Еще одной группой отечественных исследователей было показано отрицательное влияние полярной гипоксии: повышение сердечного выброса, минутного объема кровообращения и АД, активизация отдела нервной системы с преобладанием его тонуса над парасимпатическим отделом, увеличение в крови концентрации глюкокортикостероидов и катехоламинов [23].

Пристальное внимание ученых сегодня обращено и на антропогенные факторы риска. К ним относится загрязнение окружающей природной среды поллютантами, накапливающимися в результате активной хозяйственной деятельности человека, такими как ртуть и другие тяжелые металлы, полихлорированные

бифенилы, диоксины и др. [24]. Результаты международных исследований по биомониторингу населения свидетельствуют о том, что накопление этих веществ в экосистемах, включая пищевые цепи, представляет большой риск для здоровья как населения Земли в целом [25], так и жителей арктических территорий в частности [26]. Значительная доля рисков развития сердечно-сосудистых событий на территории Арктики связана с антропогенным загрязнением [27, 28]. Антропогенными источниками загрязнения воды и почвенного покрова являются отходы добывающей промышленности, предприятий металлургии, энергетики [29]. Один из основных источников загрязнения территорий Российской Арктики – нефтяные стоки. В последние годы в результате роста мирового спроса на нефть ее разливы происходят все чаще, что оказывает разрушительное воздействие на окружающую среду. Изучение воздействия загрязнений на биологические системы в северных районах Сибири показало бедственное экологическое состояние ландшафта на территории нефтедобывающих предприятий [30].

В обзоре А.А. Дударева и Й.О. Одланда представлены результаты многолетних международных исследований загрязнения стойкими токсичными веществами арктических территорий, приведены данные о динамике уровней этих веществ и эффектах их воздействия на здоровье жителей арктических стран (Канада, Дания (в т. ч. Гренландия, Фарерские острова), США, Исландия, Финляндия, Швеция, Норвегия и Россия). В ходе исследований обнаружены риски, связанные с экспозицией стойких токсичных веществ: нейрорповеденческие, иммунологические, сердечно-сосудистые, репродуктивные, эндокринные, диабетогенные, канцерогенные и др. Показана возрастающая роль воздействия поллютантов в контаминации промысловых рыб и животных, установлено неблагоприятное влияние данных веществ на пищевые цепи [31].

В систематическом обзоре М.М. Салтыковой и соавторов [32] суммированы механизмы,

посредством которых загрязнение атмосферного воздуха стойкими токсичными веществами в совокупности с холодом влияет на сердечно-сосудистую систему: это окислительный стресс, системное воспаление, дисфункция эндотелия сосудов.

Арктика представляет собой зону особого стратегического интереса России не только в связи с перспективами освоения природных ресурсов, но и в связи с быстрым изменением глобального климата, поэтому она и в последующем будет находиться в центре пристального внимания отечественных ученых. Совершен-

ствование технологий снижения риска развития сердечно-сосудистых заболеваний, понимание механизмов неблагоприятного влияния природно-климатических и антропогенных факторов на организм человека позволят значительно повысить качество медицинской помощи и сохранить здоровье коренного и пришлого населения российских территорий Арктики. Реализация описанных стратегий на территориях АЗРФ поможет обеспечить их устойчивое социально-экономическое развитие.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### Список литературы

1. О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года: указ Президента Рос. Федерации от 07.05.2018 г. № 204. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/43027> (дата обращения: 01.02.2021).
2. *Замятина Н.Ю., Пилясов А.Н.* Семь проектов эффективного развития Арктики // Экономика Востока России. 2018. № 2(10). С. 64–81.
3. *Ревич Б.А.* Детерминанты общественного здоровья населения в Российской Арктике и на приарктических территориях // Проблемы прогнозирования. 2017. № 1(160). С. 50–61.
4. *Панин Л.Е.* Фундаментальные проблемы приполярной и арктической медицины // Бюл. Сиб. отд-ния РАМН. 2013. Т. 33, № 6. С. 5–10.
5. *Афтанас Л.И., Воевода М.И., Пузырев В.П., Мельников В.Н.* Арктическая медицина в XXI веке // Здоровье коренного и пришлого населения Чукотского автономного округа: в 2 т. / отв. ред. Ю.П. Никитин; Федер. исслед. центр Ин-т цитологии и генетики Сиб. отд-ния РАН. Новосибирск: Акад. изд-во «Гео», 2018. С. 201–207. DOI: [10.21782/B978-5-6041445-9-6](https://doi.org/10.21782/B978-5-6041445-9-6)
6. *Лясников Н.В., Хамбазаров Ш.Б.* Цифровые технологии в здравоохранении как инновационный вектор в развитии отрасли: телемедицина // Креатив. экономика. 2017. Т. 11, № 11. С. 1231–1240. DOI: [10.18334/ce.11.11.38454](https://doi.org/10.18334/ce.11.11.38454)
7. *Hall A., Mitchell A.R.J., Wood L., Holland C.* Effectiveness of a Single Lead AliveCor Electrocardiogram Application for the Screening of Atrial Fibrillation: A Systematic Review // Medicine (Baltimore). 2020. Vol. 99, № 30. Art. № e21388. DOI: [10.1097/MD.00000000000021388](https://doi.org/10.1097/MD.00000000000021388)
8. *Eugene E.J.* Allostatic Load: Unique Orientation Towards Atherosclerotic Cardiovascular Diseases // Int. J. Health Biol. Sci. 2020. Vol. 3, № 1. P. 01–02. DOI: [10.46682/ijhbs.3.1.1](https://doi.org/10.46682/ijhbs.3.1.1)
9. *Davies K.J.* Adaptive Homeostasis // Mol. Aspects Med. 2016. Vol. 49. P. 1–7. DOI: [10.1016/j.mam.2016.04.007](https://doi.org/10.1016/j.mam.2016.04.007)
10. *Кривощёков С.Г., Белишева Н.К., Николаева Е.И., Вергунов Е.Г., Мартынова А.А., Ельникова О.Е., Пряничников С.В., Ануфриев Г.Н., Балиоз Н.В.* Концепция аллостаза и адаптация человека на Севере // Экология человека. 2016. № 7. С. 17–25. DOI: [10.33396/1728-0869-2016-7-17-25](https://doi.org/10.33396/1728-0869-2016-7-17-25)
11. *Луговая Е.А., Аверьянова И.В.* Оценка коэффициента напряжения адаптационных резервов организма при хроническом воздействии факторов Севера // Анализ риска здоровью. 2020. № 2. С. 101–109. DOI: [10.21668/health.risk/2020.2.11](https://doi.org/10.21668/health.risk/2020.2.11)
12. *Линева О.И., Казакова А.В., Казаков В.Ф., Спиридонова Н.В., Шатунова Е.П.* Концепция «4П» – медицины будущего: пути реализации // Кремл. медицина. Клин. вестн. 2020. № 2. С. 43–47. DOI: [10.26269/6hvfq-6n25](https://doi.org/10.26269/6hvfq-6n25)
13. *Ярославская Е.И.* Проблема определения сердечно-сосудистого риска на доклинической стадии // Мед. наука и образование Урала. 2018. Т. 19, № 3(95). С. 180–184.

14. Гельцер Б.И., Котельников В.Н., Ветрова О.О., Карпов Р.С. Маскированная артериальная гипертензия: распространенность, патофизиологические детерминанты и клиническое значение // Рос. кардиол. журн. 2019. Т. 24, № 9. С. 92–98. DOI: [10.15829/1560-4071-2019-9-92-98](https://doi.org/10.15829/1560-4071-2019-9-92-98)
15. Ревич Б.А., Харьковская Т.Л., Подольная М.А. Динамика смертности и ожидаемой продолжительности жизни населения арктического/приарктического региона России в 1999–2014 годах // Экология человека. 2017. № 9. С. 48–58. DOI: [10.33396/1728-0869-2017-9-48-58](https://doi.org/10.33396/1728-0869-2017-9-48-58)
16. Олесова Л.Д., Семенова Е.И., Кривошапкина З.Н., Ефремова С.Д., Егорова А.Г., Софронова С.И., Яковлева А.И. Питание коренного населения, проживающего в Арктической зоне Якутии // Профилактика. медицина. 2019. Т. 22, № 2. С. 76–81. DOI: [10.17116/profmed20192202176](https://doi.org/10.17116/profmed20192202176)
17. Дударев А.А., Горбанев С.А., Фридман К.Б. Сотрудничество ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» в рамках международных проектов в области гигиены окружающей среды Арктики // Гигиена и санитария. 2017. Т. 96, № 7. С. 601–606. DOI: [10.18821/0016-9900-2017-96-7-601-606](https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-7-601-606)
18. Чащин В.П., Гудков А.Б., Попова О.Н., Одланд Ю.О., Ковшов А.А. Характеристика основных факторов риска нарушений здоровья населения, проживающего на территориях активного природопользования в Арктике // Экология человека. 2014. № 1. С. 3–12.
19. Watts N., Amann M., Arnell N., Ayeb-Karlsson S., Beagley J., Belesova K., Boykoff M., Byass P., Cai W., Campbell-Lendrum D., et al. The 2020 Report of the Lancet Countdown on Health and Climate Change: Responding to Converging Crises // Lancet. 2021. Vol. 397, № 10269. P. 129–170. DOI: [10.1016/S0140-6736\(20\)32290-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)32290-X)
20. Кривоногова Е.В., Дёмин Д.Б., Кривоногова О.В., Поскотнинова Л.В. Варианты реактивности вегетативной регуляции ритма сердца у молодых людей на кратковременное общее воздушное охлаждение // Вестн. урал. мед. акад. науки. 2019. Т. 16, № 2. С. 140–146. DOI: [10.22138/2500-0918-2019-16-2-140-146](https://doi.org/10.22138/2500-0918-2019-16-2-140-146)
21. Соколов С.В. Влияние биотропности внутрисуточной изменчивости весового содержания кислорода в атмосферном воздухе, атмосферного давления и температуры на частоту вызовов скорой помощи по поводу ишемической болезни сердца в условиях Севера (на примере города Сургута) // Междунар. журн. приклад. и фундам. исследований. 2019. № 8. С. 89–94. DOI: [10.17513/mjpf.12831](https://doi.org/10.17513/mjpf.12831)
22. Ветошкин А.С., Шуркевич Н.П., Гапон Л.И., Губин Д.Г., Симонян А.А., Пошинов Ф.А. Роль ритма природной освещенности в формировании десинхроноза в условиях заполярной вахты // Сиб. мед. журн. (Томск). 2019. Т. 34, № 4. С. 91–100. DOI: [10.29001/2073-8552-2019-34-4-91-100](https://doi.org/10.29001/2073-8552-2019-34-4-91-100)
23. Назибович О.А., Уховский Д.М., Жекалов А.Н., Ткачук Н.А., Аржавкина Л.Г., Богданова Е.Г., Мурзина Е.В., Беликова Т.М. Механизмы гипоксии в Арктической зоне Российской Федерации // Вестн. Рос. воен.-мед. акад. 2016. № 2(54). С. 202–205.
24. Moreno-Ríos A.L., Tejeda-Benítez L.P., Bustillo-Lecompte C.F. Sources, Characteristics, Toxicity, and Control of Ultrafine Particles: An Overview // Geosci. Front. 2021. Vol. 13, № 1. Art. № 101147. DOI: [10.1016/j.gsf.2021.101147](https://doi.org/10.1016/j.gsf.2021.101147)
25. Abed Al Ahad M., Sullivan F., Demšar U., Melhem M., Kulu H. The Effect of Air-Pollution and Weather Exposure on Mortality and Hospital Admission and Implications for Further Research: A Systematic Scoping Review // PLoS One. 2020. Vol. 15, № 10. Art. № e0241415. DOI: [10.1371/journal.pone.0241415](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0241415)
26. Wong F., Hung H., Dryshout-Clark H., Aas W., Bohlin-Nizzetto P., Breivik K., Nerentorp M., Brorström Lundén E., Ólafsdóttir K., Sigurðsson Á., Vorkamp K., Bossi R., Skov H., Hakola H., Barresi E., Sverko E., Fellin P., Li H., Vlasenko A., Zapevalov M., Samsonov D., Wilson S. Time Trends of Persistent Organic Pollutants (POPs) and Chemicals of Emerging Arctic Concern (CEAC) in Arctic Air from 25 Years of Monitoring // Sci. Total Environ. 2021. Vol. 775. Art. № 145109. DOI: [10.1016/j.scitotenv.2021.145109](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145109)
27. Hu X.F., Lowe M., Chan H.M. Mercury Exposure, Cardiovascular Disease, and Mortality: A Systematic Review and Dose-Response Meta-Analysis // Environ. Res. 2021. Vol. 193. Art. № 110538. DOI: [10.1016/j.envres.2020.110538](https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.110538)
28. Landrigan P.J., Stegeman J.J., Fleming L.E., Allemand D., Anderson D.M., Backer L.C., Brucker-Davis F., Chevalier N., Corra L., Czerucka D. et al. Human Health and Ocean Pollution // Ann. Glob. Health. 2020. Vol. 86, № 1. DOI: [10.5334/agh.2831](https://doi.org/10.5334/agh.2831)
29. Ji X., Abakumov E., Chigray S., Saparova S., Polyakov V., Wang W., Wu D., Li C., Huang Y., Xie X. Response of Carbon and Microbial Properties to Risk Elements Pollution in Arctic Soils // J. Hazard. Mater. 2021. Vol. 408. Art. № 124430. DOI: [10.1016/j.jhazmat.2020.124430](https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.124430)
30. Сваровская Л.И., Яценко И.Г. Воздействие нефтезагрязнений на биологические системы в северных районах Сибири // Электрон. мультидисциплинар. науч. журн. с порталом междунар. науч.-практ. конф. Интернетнаука. 2016. № 5. С. 85–100. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27542081> (дата обращения: 01.02.2021).

31. Дударев А.А., Одланд Й.О. Здоровье человека в связи с загрязнением Арктики – результаты и перспективы международных исследований под эгидой АМАП // Экология человека. 2017. № 9. С. 3–14. DOI: [10.33396/1728-0869-2017-9-3-14](https://doi.org/10.33396/1728-0869-2017-9-3-14)

32. Салтыкова М.М., Бобровицкий И.П., Балакаева А.В. Влияние загрязнения атмосферного воздуха на здоровье населения арктического региона: обзор литературы // Экология человека. 2020. № 4. С. 48–55. DOI: [10.33396/1728-0869-2020-4-48-55](https://doi.org/10.33396/1728-0869-2020-4-48-55)

## References

1. *On the National Goals and Strategic Objectives of the Development of the Russian Federation for the Period up to 2024: Decree of the President of the Russian Federation No. 204 Dated 7 May 2018*. Available at: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/43027> (accessed: 1 February 2021) (in Russ.).

2. Zamyatina N.Yu., Pilyasov A.N. Sem' proektov effektivnogo razvitiya Arktiki [Seven Projects of Effective Development of the Arctic Region]. *Ekonomika Vostoka Rossii*, 2018, no. 2, pp. 64–81.

3. Revich B.A. Determinants of Public Health in Arctic and Subarctic Territories of Russia. *Stud. Russ. Econ. Dev.*, 2017, vol. 28, no 1, pp. 39–47. DOI: [10.1134/S1075700717010099](https://doi.org/10.1134/S1075700717010099)

4. Panin L.E. Fundamental'nye problemy pripolyarnoy i arkticheskoy meditsiny [Fundamental Problems of the Circumpolar and the Arctic Medicine]. *Byulleten' Sibirskogo otdeleniya RAMN*, 2013, vol. 33, no. 6, pp. 5–10.

5. Aftanas L.I., Voevoda M.I., Puzyrev V.P., Mel'nikov V.N. Arkticheskaya meditsina v XXI veke [Arctic Medicine in the 21st Century]. Nikitin Yu.P. (ed.). *Zdorov'e korennoy i prishlogo naseleniya Chukotskogo avtonomnogo okruga* [Health of the Indigenous and Newcomer Population of Chukotka Autonomous Okrug]. Novosibirsk, 2018, pp. 201–207. DOI: [10.21782/B978-5-6041445-9-6](https://doi.org/10.21782/B978-5-6041445-9-6)

6. Lyasnikov N.V., Khambazarov Sh.B. Tsifrovye tekhnologii v zdavoookhraneni kak innovatsionnyy vektor v razviti otrasti: telemeditsina [Digital Technologies in Health Care as an Innovative Direction of Industry Development: Telemedicine]. *Kreativnaya ekonomika*, 2017, vol. 11, no. 11, pp. 1231–1240. DOI: [10.18334/ce.11.11.38454](https://doi.org/10.18334/ce.11.11.38454)

7. Hall A., Mitchell A.R.J., Wood L., Holland C. Effectiveness of a Single Lead AliveCor Electrocardiogram Application for the Screening of Atrial Fibrillation: A Systematic Review. *Medicine (Baltimore)*, 2020, vol. 99, no. 30. Art. no. e21388. DOI: [10.18334/ce.11.11.38454](https://doi.org/10.18334/ce.11.11.38454)

8. Eugene E.J. Allostatic Load: Unique Orientation Towards Atherosclerotic Cardiovascular Diseases. *Int. J. Health Biol. Sci.*, 2020, vol. 3, no. 1, pp. 01–02. DOI: [10.46682/ijhbs.3.1.1](https://doi.org/10.46682/ijhbs.3.1.1)

9. Davies K.J. Adaptive Homeostasis. *Mol. Aspects Med.*, 2016, vol. 49, pp. 1–7. DOI: [10.1016/j.mam.2016.04.007](https://doi.org/10.1016/j.mam.2016.04.007)

10. Krivoshchekov S.G., Belisheva N.K., Nikolaeva E.I., Vergunov E.G., Martynova A.A., El'nikova O.E., Pryanichnikov S.V., Anufriev G.N., Balioz N.V. Kontsepsiya allostaza i adaptatsiya cheloveka na Severe [The Concept of Allostasis and Human Adaptation in the North]. *Ekologiya cheloveka*, 2016, no. 7, pp. 17–25. DOI: [10.33396/1728-0869-2016-7-17-25](https://doi.org/10.33396/1728-0869-2016-7-17-25)

11. Lugovaya E.A., Aver'yanova I.V. Assessing Tension Coefficient of Body Adaptation Reserves Under Chronic Exposure to Factors Existing in Polar Regions. *Health Risk Anal.*, 2020, no. 2, pp. 101–109. DOI: [10.21668/health.risk/2020.2.11.eng](https://doi.org/10.21668/health.risk/2020.2.11.eng)

12. Lineva O.I., Kazakova A.V., Kazakov V.F., Spiridonova N.V., Shatunova E.P. Kontsepsiya "4P" – meditsiny budushchego: puti realizatsii [Conception "4P" – Medicine of the Future: Ways of Implementation]. *Kremlevskaya meditsina. Klinicheskij vestnik*, 2020, no. 2, pp. 43–47. DOI: [10.26269/6hvq-6n25](https://doi.org/10.26269/6hvq-6n25)

13. Yaroslavskaya E.I. Problema opredeleniya serdechno-sosudistogo riska na doklinicheskoy stadii [Cardiovascular Risk Assessment in Asymptomatic Patients]. *Meditsinskaya nauka i obrazovanie Urala*, 2018, vol. 19, no. 3, pp. 180–184.

14. Gel'tser B.I., Kotel'nikov V.N., Vetrova O.O., Karpov R.S. Maskirovannaya arterial'naya gipertenziya: rasprostranennost', patofiziologicheskie determinanty i klinicheskoe znachenie [Masked Arterial Hypertension: Prevalence, Pathophysiological Determinants and Clinical Significance]. *Rossiyskiy kardiologicheskij zhurnal*, 2019, vol. 24, no. 9, pp. 92–98. DOI: [10.15829/1560-4071-2019-9-92-98](https://doi.org/10.15829/1560-4071-2019-9-92-98)

15. Revich B.A., Khar'kova T.L., Podol'naya M.A. Dinamika smertnosti i ozhidaemoy prodolzhitel'nosti zhizni naseleniya arkticheskogo/priarkticheskogo regiona Rossii v 1999–2014 godakh [Mortality Dynamics and Life Expectancy of Population of Arctic/Subarctic Region of the Russian Federation in 1999–2014]. *Ekologiya cheloveka*, 2017, no. 9, pp. 48–58. DOI: [10.33396/1728-0869-2017-9-48-58](https://doi.org/10.33396/1728-0869-2017-9-48-58)

16. Olesova L.D., Semenova E.I., Krivoshapkina Z.N., Efremova S.D., Egorova A.G., Sofronova S.I., Yakovleva A.I. Pitaniye korennoy naseleniya, prozhivayushchego v Arkticheskoy zone Yakutii [Nutrition of the Indigenous Population Living in the Arctic Zone of Yakutia]. *Profilakticheskaya meditsina*, 2019, vol. 22, no. 2, pp. 76–81. DOI: [10.17116/profmed20192202176](https://doi.org/10.17116/profmed20192202176)

17. Dudarev A.A., Gorbanev S.A., Fridman K.B. Sotrudnichestvo FBUN “Severo-Zapadnyy nauchnyy tsentr gigieny i obshchestvennogo zdorov’ya” v ramkakh mezhdunarodnykh proektov v oblasti gigieny okruzhayushchey sredy Arktiki [Partnership of the Northwest Public Health Research Center in the International Projects in the Field of Arctic Environmental Health]. *Gigiena i sanitariya*, 2017, vol. 96, no. 7, pp. 601–606. DOI: [10.18821/0016-9900-2017-96-7-601-606](https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-7-601-606)

18. Chashchin V.P., Gudkov A.B., Popova O.N., Odland Yu.O., Kovshov A.A. Kharakteristika osnovnykh faktorov riska narusheniy zdorov’ya naseleniya, prozhivayushchego na territoriyakh aktivnogo prirodopol’zovaniya v Arktike [Description of Main Health Deterioration Risk Factors for Population Living on Territories of Active Natural Management in the Arctic]. *Ekologiya cheloveka*, 2014, no. 1, pp. 3–12.

19. Watts N., Amann M., Arnell N., Ayeb-Karlsson S., Beagley J., Belesova K., Boykoff M., Byass P., Cai W., Campbell-Lendrum D., et al. The 2020 Report of the Lancet Countdown on Health and Climate Change: Responding to Converging Crises. *Lancet*, 2021, vol. 397, no. 10269, pp. 129–170. DOI: [10.1016/S0140-6736\(20\)32290-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)32290-X)

20. Krivonogova E.V., Demin D.B., Krivonogova O.V., Poskotinova L.V. Varianty reaktivnosti vegetativnoy regulyatsii ritma serdtsa u molodykh lyudey na kratkovremennoe obshchee vozdušnoe okhlazhdenie [Variants of Autonomous Nervous Regulation of Heart Rhythm in Young People During Short-Term Whole-Body Cold Air Exposure]. *Vestnik ural’skoy meditsinskoy akademicheskoy nauki*, 2019, vol. 16, no. 2, pp. 140–146. DOI: [10.22138/2500-0918-2019-16-2-140-146](https://doi.org/10.22138/2500-0918-2019-16-2-140-146)

21. Sokolov S.V. Vliyanie biotropnosti vnutrisutochnoy izmenchivosti vesovogo sodержaniya kisloroda v atmosfernom vozdukh, atmosfernogo davleniya i temperatury na chastotu vyzovov skoroy pomoshchi po povodu ishemichekoy bolezni serdtsa v usloviyakh Severa (na primere goroda Surguta) [Effect of Biotropism on the Diurnal Variability of Oxygen Weight Content in the Air, Atmospheric Pressure and Temperature on the Frequency of Ambulance Calls for Coronary Heart Disease in the North (Exemplified by the City of Surgut)]. *Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental’nykh issledovaniy*, 2019, no. 8, pp. 89–94. DOI: [10.17513/mjpf.12831](https://doi.org/10.17513/mjpf.12831)

22. Vetoshkin A.S., Shurkevich N.P., Gapon L.I., Gubin D.G., Simonyan A.A., Poshinov F.A. Rol’ ritma prirodnoy osveshchennosti v formirovaniy desinkhronoza v usloviyakh zapolyarnoy vakhty [The Role of the Rhythm of Natural Illumination in the Formation of Desynchronization in the Conditions of Rotational Work in the Polar Region]. *Sibirskiy meditsinskiy zhurnal (Tomsk)*, 2019, vol. 34, no. 4, pp. 91–100. DOI: [10.29001/2073-8552-2019-34-4-91-100](https://doi.org/10.29001/2073-8552-2019-34-4-91-100)

23. Nagibovich O.A., Ukhovskiy D.M., Zhekalov A.N., Tkachuk N.A., Arzhavkina L.G., Bogdanova E.G., Murzina E.V., Belikova T.M. Mekhanizmy gipoksii v Arkticheskoy zone Rossiyskoy Federatsii [Mechanisms of Hypoxia in the Arctic Zone of the Russian Federation]. *Vestnik Rossiyskoy voenno-meditsinskoy akademii*, 2016, no. 2, pp. 202–205.

24. Moreno-Ríos A.L., Tejada-Benítez L.P., Bustillo-Lecompte C.F. Sources, Characteristics, Toxicity, and Control of Ultrafine Particles: An Overview. *Geosci. Front.*, 2021, vol. 13, no. 1. Art. no. 101147. DOI: [10.1016/j.gsf.2021.101147](https://doi.org/10.1016/j.gsf.2021.101147)

25. Abed Al Ahad M., Sullivan F., Demšar U., Melhem M., Kulu H. The Effect of Air-Pollution and Weather Exposure on Mortality and Hospital Admission and Implications for Further Research: A Systematic Scoping Review. *PLoS One*, 2020, vol. 15, no. 10. Art. no. e0241415. DOI: [10.1371/journal.pone.0241415](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0241415)

26. Wong F., Hung H., Dryfhout-Clark H., Aas W., Bohlin-Nizzetto P., Breivik K., Nerentorp Mastromonaco M., Brorström Lundén E., Olafsdóttir K., Sigurðsson Á., Vorkamp K., Bossi R., Skov H., Hakola H., Barresi E., Sverko E., Fellin P., Li H., Vlasenko A., Zapevalov M., Samsonov D., Wilson S. Time Trends of Persistent Organic Pollutants (POPs) and Chemicals of Emerging Arctic Concern (CEAC) in Arctic Air from 25 Years of Monitoring. *Sci. Total Environ.*, 2021, vol. 775. Art. no. 145109. DOI: [10.1016/j.scitotenv.2021.145109](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145109)

27. Hu X.F., Lowe M., Chan H.M. Mercury Exposure, Cardiovascular Disease, and Mortality: A Systematic Review and Dose-Response Meta-Analysis. *Environ. Res.*, 2021, vol. 193. Art. no. 110538. DOI: [10.1016/j.envres.2020.110538](https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.110538)

28. Landrigan P.J., Stegeman J.J., Fleming L.E., Allemand D., Anderson D.M., Backer L.C., Brucker-Davis F., Chevalier N., Corra L., Czerucka D., et al. Human Health and Ocean Pollution. *Ann. Glob. Health*, 2020, vol. 86, no. 1. Art. no. 151. DOI: [10.5334/aogh.2831](https://doi.org/10.5334/aogh.2831)

29. Ji X., Abakumov E., Chigray S., Saparova S., Polyakov V., Wang W., Wu D., Li C., Huang Y., Xie X. Response of Carbon and Microbial Properties to Risk Elements Pollution in Arctic Soils. *J. Hazard. Mater.*, 2021, vol. 408. Art. no. 124430. DOI: [10.1016/j.jhazmat.2020.124430](https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.124430)

30. Svarovskaya L.I., Yashchenko I.G. Vozdeystvie neftezagryazneniy na biologicheskie sistemy v severnykh rayonakh Sibiri [Impact of Oil Pollution on the Biological Systems in the Northern Regions of Siberia]. *Elektronnyy mul’tidistsiplinarnyy nauchnyy zhurnal s portalom mezhdunarodnykh nauchno-prakticheskikh konferentsiy Internetnauka*, 2016, no. 5, pp. 85–100. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27542081> (accessed: 1 February 2021).



31. Dudarev A.A., Odland Y.O. Zdorov'e cheloveka v svyazi s zagryazneniem Arktiki – rezul'taty i perspektivy mezhdunarodnykh issledovaniy pod egidoy AMAP [Human Health in Connection with Arctic Pollution – Results and Perspectives of International Studies Under the Aegis of AMAP]. *Ekologiya cheloveka*, 2017, no. 9, pp. 3–14. DOI: [10.33396/1728-0869-2017-9-3-14](https://doi.org/10.33396/1728-0869-2017-9-3-14)

32. Saltykova M.M., Bobrovnikskiy I.P., Balakaeva A.V. Vliyanie zagryazneniya atmosfernogo vozdukha na zdorov'e naseleniya arkticheskogo regiona: obzor literatury [Air Pollution and Population Health in the Russian Arctic: A Literature Review]. *Ekologiya cheloveka*, 2020, no. 4, pp. 48–55. DOI: [10.33396/1728-0869-2020-4-48-55](https://doi.org/10.33396/1728-0869-2020-4-48-55)

DOI: 10.37482/2687-1491-Z091

*Oksana I. Sergeychik*\* ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8979-0827>

*Elena I. Yaroslavskaya*\* ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1436-8853>

*Arkadiy V. Plyusnin*\* ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3082-0192>

\*Tyumen Cardiology Research Center, Branch of Tomsk National Research Medical Center,  
Russian Academy of Sciences  
(Tyumen, Russian Federation)

## IMPACT OF ENVIRONMENTAL FACTORS ON THE RISK OF CARDIOVASCULAR DISEASE IN THE POPULATION OF THE ARCTIC

Arctic territories are one of the priorities in the comprehensive geopolitical and geoeconomic development of the Russian Federation. In this regard, such issues as a new Arctic healthcare model, stabilization of the demographic processes, health protection, and increasing life expectancy of the indigenous and newcomer population are growing in importance. The Arctic is an area of special strategic interest to Russia not only because of the prospects for natural resource development, but also due to the rapid global climate change. The implementation of large-scale competitive projects requires an influx of labour force, leading to a predictable increase in the population of the Arctic settlements. Indigenous peoples living on the Arctic territories of the Russian Federation comprise a special population group, which needs state support due to the vulnerability of its traditional way of life and its original habitat. The state policy of sustainable development is being implemented with regard to them. This article presents a review of the literature analysing the impact of etiopathogenetic mechanisms of unfavourable climatic and geophysical factors on the human cardiovascular system in the Arctic. It has been shown that a significant proportion of the risks of cardiovascular events in the Arctic is linked to environmental pollution (as a result of active human economic activity) and to adverse climatic conditions. Improving the technologies of Arctic healthcare from the standpoint of 4P medicine (aimed to reduce the risk of cardiovascular disease) and understanding the mechanisms of the adverse effects of natural climatic and anthropogenic factors will significantly enhance the quality of medical care and preserve the health of the indigenous and newcomer population of the Russian Arctic.

**Keywords:** *population of the Arctic, risk factors of cardiovascular disease, environmental pollution, adverse climatic conditions, 4P medicine.*

Поступила 29.03.2021

Принята 10.11.2021

Received 29 March 2021

Accepted 10 November 2021

**Corresponding author:** Oksana Sergeychik, address: ul. Mel'nikayte 111, Tyumen, 625026, Russian Federation; e-mail: oisserg1@yandex.ru

**For citation:** Sergeychik O.I., Yaroslavskaya E.I., Plyusnin A.V. Impact of Environmental Factors on the Risk of Cardiovascular Disease in the Population of the Arctic (Review). *Journal of Medical and Biological Research*, 2022, vol. 10, no. 1, pp. 64–72. DOI: 10.37482/2687-1491-Z091