

© БОРИСОВА Д.С., ЧАЩИН В.П., 2022

Читать  
онлайн  
Read  
onlineБорисова Д.С.<sup>1,2</sup>, Чашин В.П.<sup>1,2,3</sup>

## Актуальные вопросы сохранения репродуктивного здоровья населения, проживающего в районах холодного климата (обзор литературы)

<sup>1</sup>ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 191036, Санкт-Петербург, Россия;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 191015, Санкт-Петербург, Россия;

<sup>3</sup>ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет "Высшая школа экономики"», 101000, Москва, Россия

**Актуальность.** Учитывая, что более 70% территории страны — это районы холодного климата, где постоянно или периодически заняты выполнением работ на открытых площадках и в необогреваемых производственных помещениях до 40% от общей численности работников, задачи по сохранению их здоровья имеют приоритетный характер.

Проанализированы оригинальные статьи по оценке вредного влияния на репродуктивное здоровье населения природно-климатических факторов в районах холодного климата, представленные в базах данных и информационных системах РИНЦ, КиберЛенинка, Scopus, Web of Science и отвечающие критериям соответствия заявленной цели и качества результатов исследований. Всего было выявлено 204 полнотекстовые публикации по результатам целевого поиска, из которых 133 в полной мере отвечали этим критериям включения.

**Заключение.** В результате систематического анализа опубликованных работ, доступных в национальной и зарубежных системах научного индексирования, включая результаты собственных исследований, доказано, что проживание и трудовая деятельность в районах холодного климата сопряжены с риском функционального перенапряжения большинства жизнеобеспечивающих систем организма, создавая при этом высокий риск нарушений здоровья населения.

К настоящему времени изучено множество оказывающих неблагоприятное влияние на репродуктивное здоровье женщин и мужчин вредных производственных факторов, в том числе химических, физических, биологических, психоэмоциональных и эргономических, способных увеличить риск возникновения острых и хронических повреждений репродуктивных функций, нарушений развития плода и увеличивать раннюю перинатальную смертность. При этом наименее изученной является роль охлаждающих погодно-климатических факторов в возникновении подобных нарушений, в первую очередь у работников, систематически выполняющих трудовые операции вне обогреваемых производственных помещений в районах холодного климата.

**Ключевые слова:** районы холодного климата; демография; трудоспособное население; репродуктивное здоровье; фетоинфантильные потери; пороки развития; исходы беременности; устойчивое развитие

**Для цитирования:** Борисова Д.С., Чашин В.П. Актуальные вопросы сохранения репродуктивного здоровья населения, проживающего в районах холодного климата (обзор литературы). *Гигиена и санитария*. 2022; 101(8): 886-895. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-8-886-895> <https://www.elibrary.ru/fbjhlg>

**Для корреспонденции:** Борисова Дарья Сергеевна, мл. науч. сотр. отд. анализа рисков здоровью населения ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья», аспирант кафедры профилактической медицины и охраны здоровья ФГБОУ ВО «СЗГМУ им. И.И. Мечникова», 191015, Санкт-Петербург. E-mail: vyucheyaskaya.ds@gmail.com

**Участие авторов:** Борисова Д.С. — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, написание текста, редактирование, утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи; Чашин В.П. — концепция и дизайн исследования, редактирование, утверждение окончательного варианта статьи.

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

Поступила: 17.05.2022 / Принята к печати: 04.08.2022 / Опубликована: 14.09.2022

Daria S. Borisova<sup>1,2</sup>, Valerii P. Chashchin<sup>1,2,3</sup>

## Current issues of protection of reproductive health in population residing in cold climate regions (literature review)

<sup>1</sup>North-West Public Health Research Center, St. Petersburg, 191036, Russian Federation;

<sup>2</sup>North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, St. Petersburg, 191015, Russian Federation;

<sup>3</sup>National Research University «Higher School of Economics», Moscow, 101000, Russian Federation

**Relevance.** 40% of the total number of employees are constantly or periodically engaged in work in open areas and in unheated industrial premises. Given that more than 70% of the country's territory is in cold climate areas, the tasks of preserving their health are a priority. The original articles on the assessment of adverse effects of natural and climatic factors in cold climate regions on the reproductive health of the population, presented in databases and information systems: RSCI, CyberLeninka, Scopus, Web of Science and meeting the criteria for compliance with the stated purpose and quality of research, were analyzed. A significant part of reproductive losses has been proven to be related to the exposure to a number of occupational risk factors; however, workers' engagement in outdoor operations with a higher risk of cold stress in combination with other factors remains one of the least studied problems of preventive medicine. Considering more than 70% of the country's territory to be represented by cold climate regions, where up to 40% of the total workforce are permanently or periodically engaged in outdoor works and in unheated industrial premises, the protection of their health is a national priority. A total of two hundred three full-text publications were identified by targeted search, of which 132 fully met these inclusion criteria.

**Conclusion.** As a result of a systematic review of published works available in national and international bibliographic indexing systems, including the results of our own research, engagement in work operations in cold climate regions has been proved to be associated with the risk of functional overstrain of most human life-supporting systems leading to health impairments.

To date, there have been identified a significant number of occupational risk factors including chemical, physical, biological, psycho-emotional and ergonomic ones that might induce adverse effects on the reproductive health of women and men such as acute and chronic damage to reproductive functions, fetal development impairment and increased early perinatal mortality. At the same time, the role of cooling weather and climatic factors in the occurrence of such disorders, primarily among workers who systematically perform work operations outside heated industrial premises in cold climate regions there is least studied.

**Keywords:** cold climatic regions; demography; working-age population; reproductive health; feto-infantile losses; malformations; adverse pregnancy outcomes; sustainable development

**For citation:** Borisova D.S., Chashchin V.P. Current issues of protection of reproductive health in population residing in cold climate regions (literature review). *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2022; 101(8): 886–895. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-8-886-895> <https://elibrary.ru/fbjhig> (in Russian)

**For correspondence:** Daria S. Borisova, Junior Researcher, Department of health risk analysis North-West public health research center, Postgraduate student of the Department of Preventive Medicine and Health Protection, North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, St. Petersburg, 191015, Russian Federation. E-mail: vyucheyskaya.ds@gmail.com

**Information about authors:**

Borisova D.S., <https://orcid.org/0000-0002-0694-5334> Chashchin V.P., <https://orcid.org/0000-0001-6936-2286>

**Contribution:** Borisova D.S. – concept and design of the study, collection and processing of material, writing the text, responsibility for the integrity of all parts of the article, editing, approval of the final version of the article; Chashchin V.P. – concept and design of the study, editing, approval of the final version of the article.

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

**Acknowledgement.** The study had no sponsorship.

Received: May 17, 2022 / Accepted: August 04, 2022 / Published: September 14, 2022

Сохранение здоровья населения в холодных климатических районах Российской Федерации было и остаётся актуальным вследствие многих причин, среди которых можно выделить следующие: районы холодного климата занимают 2/3 территории Российской Федерации, на которых проживают и работают около 10 млн человек (7% от общей численности населения страны) [1–3]; особое значение этих регионов определяется и тем, что в них сосредоточены основные активные и прогнозные запасы многих биологических ресурсов, имеющих большое значение для развития экономики страны [4–10]. Кроме того, актуальность сохранения здоровья населения, проживающего в условиях холодного климата, определяется высоким уровнем общественных потребностей в поддержании устойчивого демографического развития государства [11], что обеспечивается и увеличением численности населения, а главное – сохранением репродуктивного здоровья граждан и здоровья будущих поколений.

Решение стратегической задачи обеспечения устойчивого роста численности населения Российской Федерации невозможно без разработки и реализации инновационных программ по сохранению репродуктивного здоровья будущих родителей. Значительная часть репродуктивных потерь имеет доказанную связь с воздействием на организм как женщин, так и мужчин ряда вредных экологических и производственных факторов. Учитывая, что более 70% территории страны – это районы холодного климата (I, II по [12]), где до 40% от общей численности работников постоянно или периодически заняты выполнением работ на открытых площадках и в необогреваемых производственных помещениях, задачи по сохранению здоровья в условиях холода имеют приоритетный характер.

Одним из важных специфических факторов риска для здоровья населения, проживающего в холодных климатических районах, является низкотемпературная среда [13–16]. Хорошо известно, что в производственных условиях, когда значения охлаждающих метеорологических факторов редко достигают экстремальных значений, наиболее частой формой тепловых состояний является так называемый холодовой стресс, при котором температура тела находится в пределах диапазона физиологической нормы в состоянии покоя, однако при этом отмечаются признаки функционального напряжения терморегуляторной, кардиореспираторной, иммунной и других систем организма.

Воздействие холода в данном случае приводит к значительным изменениям гуморальной регуляции, сопровождающимся выбросом катехоламинов из мозгового слоя надпочечников, повышенной продукцией кортикостероид-

дов – гормонов коры надпочечников, что приводит в свою очередь к возникновению стресса.

Снижение температуры тела ниже физиологической нормы неизбежно влечёт за собой включение физиологических терморегуляторных реакций (гормональных, метаболических, кардиоваскулярных) и механизмов поведенческой адаптации, направленных на поддержание структурного гомеостаза. Однако несостоятельность указанных механизмов адаптации приводит к развитию гипотермии, характерными признаками которой являются инверсия всех функциональных реакций на холодовое раздражение, угнетение иммунитета, усиление симптомов ряда заболеваний (ишемической болезни сердца, бронхиальной астмы и др.), развитие холодовой аллергии, возникновение холодовых травм, усиление эффектов других вредных производственных факторов (например, вибрации и ингаляционных токсикантов), что влечёт за собой снижение работоспособности и производительности труда [17]. Ежегодно в нашей стране регистрируется до 3 тыс. случаев смертельной гипотермии и 12 тыс. случаев тяжёлых локальных отморожений [18], однако на сегодняшний день холод не расценивается как вредный фактор производственной среды, который подлежит контролю.

Наиболее подверженной действию холода и наиболее незащищённой системой организма, как известно, является дыхательная система [19–21]. Местное воздействие холодного воздуха на слизистую оболочку дыхательных путей приводит к существенным влаго- и теплотерям, а также повышенному функциональному напряжению респираторной системы. Усиливается лёгочная вентиляция, что в свою очередь может привести к повышенному поступлению в организм вредных веществ из атмосферного воздуха и воздуха рабочей зоны [13, 22].

По мнению многих учёных, изменения в организме человека под воздействием низкотемпературной среды, в особенности у пришлого населения, следует рассматривать как синдром нарушения адаптации (синдром полярного напряжения) [23–26].

Одной из важных составляющих данного синдрома является окислительный стресс (липидная пероксидация) при ускоренном использовании и недостаточном поступлении природных биоантиоксидантов. Причины усиления процессов свободнорадикального окисления (СО) связаны с аварийной перестройкой функционирования всех органов и систем, которая сопровождается снижением активности антиоксидантной системы, активизацией симпатoadrenalовой системы, повышением уровня глюкокортикостероидных гормонов, адреналина, норадреналина

в крови, признаками полярной гипоксемии [13, 27–29]. Синдром полярного напряжения может проявляться в виде повышенного риска преждевременного развития хронических болезней дыхательной, пищеварительной, сердечно-сосудистой систем, а также иммунологическими нарушениями, что, возможно, повышает риск возникновения новообразований, а также патологий эндокринной системы, приводя к нарушению репродуктивной функции как у женщин, так и у мужчин [15, 28, 30–37].

Устойчивое социально-экономическое развитие Российской Федерации невозможно без преодоления демографических проблем. Высокий уровень общей смертности, в том числе от устранимых причин, низкий коэффициент рождаемости и высокий уровень фетоинфантильных потерь во многом определяют кризисные явления в демографических процессах и сохранении населения [38, 39].

Повышение рождаемости и минимизация частоты нарушений репродуктивного здоровья являются приоритетами государственной политики по сохранению населения [40, 41].

На сегодняшний день гораздо меньше известно о нарушениях репродуктивного здоровья как у женщин, так и у мужчин, подвергающихся воздействию холодного стресса. Опубликовано ограниченное число работ, в основном касающихся охлаждающего микроклимата в цехах заморозки пищевой продукции [42].

Переохлаждение организма является одним из факторов, способствующих обострению и генерализации хронических воспалительных заболеваний репродуктивных органов у мужчин и женщин (вследствие известного иммунодепрессивного эффекта), что является, по результатам собственных наблюдений за работниками, выполняющими трудовые операции на открытой территории и в необогреваемых помещениях в холодных климатических районах, одной из самых распространённых причин обращения за специализированной медицинской помощью [43]. Кроме того, холод как фактор стресса также увеличивает восприимчивость организма, выступая в роли патогенетического фактора, к действию ряда стойких токсических веществ. Это может вызвать усиление токсических эффектов ряда химических веществ (например, фторидов, оксида углерода, некоторых видов аэрозолей преимущественно фиброгенного действия), приводя к обострению клинического течения патологических процессов и утяжелению их исходов [4, 44, 45].

По некоторым данным, существует зависимость между развитием плацентарной недостаточности и присутствием неблагоприятных экологических факторов окружающей среды [8, 46, 47]. По данным ряда исследователей, неблагоприятные факторы окружающей среды способны вызывать анемию, нарушение маточно-плацентарного и плодово-плацентарного кровотока и развитие гестозов [48, 49], что ведёт к прерыванию беременности на ранних и поздних сроках, задержке роста и развития плода, а также к появлению врождённых пороков развития [50–52].

Известно, что человек наиболее восприимчив к неблагоприятному воздействию токсических веществ в период внутриутробного развития и первого года жизни [4, 52, 53]. Токсиканты, поступая в организм беременной женщины, попадают в кровь плода через плаценту, а в организм новорождённого и грудного ребёнка — с грудным молоком матери, при этом концентрация токсических веществ увеличивается в 3–5 раз [4, 52]. У таких детей существует повышенный риск развития различных хронических заболеваний и отставания в умственном и физическом развитии [54].

К наиболее опасным загрязнителям окружающей среды относят многие тяжёлые металлы (например, свинец, ртуть, кадмий, никель) и их соединения, полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), хлорорганические соединения (ХОС), а также долгоживущие радионуклиды [4, 51, 55–58].

Отравление ПАУ и ХОС вызывает мутагенные, тератогенные и канцерогенные эффекты, а тяжёлые металлы при попадании в организм могут приводить к острой интоксикации [51, 59, 60].

Токсические органические соединения (ароматические, алифатические и галогенизированные углеводороды) повышают частоту самопроизвольных выкидышей и появления на свет детей с врождёнными пороками развития сердечно-сосудистой, центральной нервной, мочеполовой систем, желудочно-кишечного тракта [49, 59].

Известно, что ртуть и свинец, обладая нейротропным токсическим действием и усиливая неблагоприятное воздействие на организм матери других токсикантов, определяют в ряде случаев возникновение перинатальных поражений центральной нервной системы плода [49]. У беременных женщин последствиями ртутной интоксикации на ранних сроках беременности являются микроцефалия плода с тотальным поражением нейронов коры головного мозга, атрофией коры затылочной доли головного мозга, гидроцефалия плода и гибель нейронов зернистого слоя мозжечка [60, 61]. Токсическое воздействие ртути на поздних сроках беременности, по данным [60, 61], грубых структурных нарушений плода не вызывает, однако отмечаются нарушения клеточного обмена.

По некоторым данным, холодовой стресс также может приводить к нарушению гормональной регуляции как у женщин, так и у мужчин [37, 62, 63], а также сопровождаться возникновением холодовых заболеваний, способных существенно осложнить течение беременности и её исходы у женщин [64]. Кроме того, при выполнении трудовых операций на открытых территориях в холодный период года существует повышенный риск падений и травм, являющихся причиной до 5% от общего числа нарушений течения беременностей [43].

Для холодных климатических районов Российской Федерации помимо воздействия низких температур характерны низкие значения абсолютной влажности как атмосферного воздуха, так и жилых, общественных и производственных зданий и помещений.

По мнению ряда исследователей, для организма человека имеет значение только абсолютная влажность воздуха [65, 66]. Показатели абсолютной влажности воздуха в холодных климатических районах Российской Федерации в холодный период года являются крайне низкими — от 1 до 3 г/м<sup>3</sup> [67]. Однако, по данным [4, 68], оптимальная величина абсолютной влажности воздуха для человека с физиологических позиций составляет 9,6 г/м<sup>3</sup>, а допустимая — 5,7 г/м<sup>3</sup>. Дыхательная система жителей холодных климатических районов постоянно находится в состоянии функционального перенапряжения (известно, что эффективный газообмен в альвеолах осуществляется при температуре воздуха плюс 37 °С и 100%-м абсолютном содержании в нём водяных паров) [28]. Кроме того, установлено [4], что сухой воздух способствует потере влаги с кожных покровов и слизистых и снижает защитные функции последних.

Немаловажным является и сочетание низких температур с высокой скоростью движения воздушных масс. Установлено, что каждый дополнительный метр в секунду скорости ветра условно равен понижению температуры воздуха на 2 °С [4, 69], что сопровождается увеличением риска развития острых холодовых травм [70].

Для холодных климатических районов Российской Федерации также характерны частые суточные колебания атмосферного давления, которые, по мнению некоторых исследователей, могут приводить к ухудшению здоровья как относительно здоровых, так и больных людей с уже имеющейся патологией, например, кардиореспираторной системы [28, 66, 71–73], что в свою очередь сопровождается изменениями парциальной плотности кислорода (PO<sub>2</sub>) [4, 28, 72, 74, 75]. По мнению многих авторов, относительное кислородное голодание в условиях Севера может приводить к возникновению патологических состояний у беременных, плода и новорождённого [76].

Неотъемлемой характеристикой холодных климатических районов, в частности Арктической зоны, является необычный фотопериодизм [77, 78]. Известно, что продолжительный период отсутствия солнечного света в зимний

период (полярная ночь) и длительный световой день летом (полярный день) отрицательно влияют на обменные процессы организма [47]. Так, в период полярного дня уменьшается продукция мелатонина, что способствует повышению риска преждевременного старения, возрастной патологии и новообразований [30, 77, 79, 80].

Годовые смены фоторежима также обладают интенсивным неблагоприятным воздействием на репродуктивную систему [81, 82]. В некоторых работах, посвящённых влиянию климатогеографических факторов на репродуктивную функцию женщин [47, 50, 83, 84], выявлены сезонные закономерности. Так, полярный день подавляет деятельность эпифиза в циркадном ритме, что приводит к вторичному запуску оси «гипоталамус – гипофиз – яичник» [78, 81]. В период полярной ночи нарушается деятельность гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы, сопровождаемая снижением выработки гормонов – эстрадиола, прогестерона, ФСГ, ЛГ, пролактина и кортизола [47]. Также в период короткого светового дня (чаще с января по март), по некоторым данным, чаще наблюдались угрожающие преждевременные роды и анемия беременных [47, 84].

Организм человека, проживающего в экстремальных климатических условиях Севера, подвергается повышенному действию геомагнитных возмущений (магнитных бурь) [71, 77].

Многие исследователи считают, что наибольшее воздействие на функциональное состояние организма в холодных климатических районах наряду с низкотемпературной средой оказывает спещифическая гелиогеомагнитная обстановка [5, 85–88].

Известно, что население, проживающее в суровых климатических условиях, реагирует на магнитные бури более выражено, чем жители средней полосы [89].

Изменения гелиомагнитной обстановки влияют на гомеостатические процессы, в частности психофизиологические и метаболические [90–93], что выражается в нарушении функции сердечно-сосудистой [94, 95], нервной, эндокринной, иммунной, пищеварительной систем организма [16, 96–102].

По некоторым данным [99, 103], существует сильная прямая корреляционная связь между напряжённостью магнитного поля Земли и рядом параметров: концентрацией 17-гидроксикетостероидов, гемоглобина, адреналина, частотой сердечных сокращений и артериальным давлением, активностью холинэстераз, температурой кожи.

Важнейшим механизмом, усугубляющим дезадаптивные реакции в районах холодного климата, является развитие иммунодефицитных состояний, возникающих в периоды мощных геомагнитных возмущений [5]. При этом нарушение иммунного статуса развивается не только у больных, но и у практически здоровых людей, способствуя снижению противинфекционной защиты [104].

Исследования в области влияния гелиогеофизических факторов на репродуктивную функцию населения (женщин, мужчин и здоровье их потомков) немногочисленны, и первые публикации появились лишь в 80-х годах прошлого века [105–108].

Имеются данные о влиянии изменений гелиомагнитной обстановки на организм человека в пре- и постнатальном периоде [109, 110].

Так, гелиомагнитные возмущения оказывают влияние на течение и исходы беременности, фертильность мужчин, внутриутробное развитие и функциональное состояние плода [106, 111–114].

По некоторым данным, в периоды повышенной солнечной активности увеличивается частота акушерской патологии: самопроизвольных аборт, преждевременных родов, гестозов [115–118], патологий последа, пупочного канатика [119].

Известно, что изменение геомагнитной активности может оказывать влияние на функциональное состояние плода, что, возможно, связано с изменением активности ферментов крови матери, в том числе фермента – маркера состояния плаценты сукцинатдегидрогеназы (СДГ) [117]. По мнению

ряда учёных, при нормальном течении беременности увеличение индекса геомагнитного поля вызывает снижение уровня средней активности СДГ [120]. В то время как у женщин с патологическим течением беременности наблюдается увеличение активности СДГ [120].

Установлено, что в период повышенной солнечной и геомагнитной активности высока вероятность развития хромосомной патологии плода, в частности рождения детей с синдромом Дауна [114].

Большинство холодных климатических районов Российской Федерации характеризуется низкой минерализацией питьевой воды, что оказывает неблагоприятное влияние на состояние здоровья людей в основном вследствие дисбаланса таких минеральных веществ, как натрий, кальций, цинк и фтор [23, 121].

Кроме того, у жителей холодных климатических районов часто распространены авитаминозы и микроэлементозы [121, 122]. Практически все регионы России и в особенности холодные климатические районы являются йододефицитными [123, 124]. Известно, что холод предъявляет повышенные требования к теплопродукции организма [125, 126]. Недостаточное поступление йода в организм приводит к срыву механизмов адаптации с последующим снижением синтеза тиреоидных гормонов [127].

У взрослых эндемический зоб (увеличение щитовидной железы) и гипотиреоз (снижение её функции) относятся к наиболее частым проявлениям дефицита йода [128, 129]. В то же время йододефицит способствует развитию у детей врождённого гипотиреоза с нарушениями умственного, физического и полового развития, которые могут проявиться на любом этапе жизни ребёнка [128, 129].

Установлено, что йододефицит неблагоприятно влияет на репродуктивное здоровье женщин, приводя к преждевременным родам, спонтанным аборт, врождённым аномалиям, высокой перинатальной и детской смертности [128–132]. Кроме того, по некоторым данным, в условиях воздействия низких температур с гипотиреозом взаимосвязаны следующие нарушения фертильной системы женщин: нарушения менструального цикла (N91) (аменорея (N91.0 – N91.2), олигоменорея (N91.3 – N91.5), женское бесплодие (N97.0) [133].

Доказано, что тиреоидные гормоны имеют исключительное значение для развития центральной нервной системы плода в период внутриутробного развития, поэтому плоду необходим достаточный уровень материнских тиреоидных гормонов, особенно в I триместре беременности [133]. В результате многочисленных исследований установлено, что недостаток потребления йода в I триместре беременности негативно влияет на формирование и созревание нервной системы в процессе эмбриогенеза, приводя к нарушению умственной деятельности и формированию врождённых пороков развития [128, 132, 133]. Кроме того, существует сильная прямая корреляционная связь между выраженностью гипотиреоза у женщин на ранних сроках беременности и степенью поражения нейронов мозга у плода [129, 133].

Последствия йододефицита в зависимости от периода жизни представлены в таблице [133].

Помимо вредных климатогеографических и производственных факторов определённое неблагоприятное влияние имеют и организационные, эргономические, психоэмоциональные факторы, связанные с трудовым процессом. Так, в результате метаанализа опубликованных в мировой литературе результатов исследований выяснилось, что, например, выполнение женщинами работ в положении стоя более 4 ч сопряжено с риском спонтанного аборта и преждевременных родов и составляет 1,26 (95%-й ДИ 0,8–2), подъём и перемещение тяжестей – 1,32 (95%-й ДИ 0,9–1,9), а риск формирования маловесных плодов – 1,13 (95%-й ДИ 1–1,8). Стресс на работе, по данным этого же анализа, сопровождается увеличением риска спонтанного аборта до средних значений – 1,42 (95%-й ДИ 1,19–1,7), а постоянная работа в ночную смену – 1,51 (95%-й ДИ 1,27–1,78).

## Последствия йодной недостаточности в зависимости от периода жизни, в котором организм испытывал дефицит йода The consequences of iodine deficiency depending on the period of life in which the body experienced iodine deficiency

Период жизни Life period	Последствия йододефицита Consequences of iodine deficiency
Аntenatalный период Antenatal period	<ul style="list-style-type: none"> <li>• самопроизвольные аборты / spontaneous abortions;</li> <li>• мертворождения / stillbirths;</li> <li>• врождённые аномалии развития / congenital anomalies of development;</li> <li>• повышенная перинатальная смертность / increased perinatal mortality;</li> <li>• эндемический кретинизм / endemic cretinism</li> </ul>
Неонатальный период, раннее детство Neonatal period, early childhood	<ul style="list-style-type: none"> <li>• неонатальный зоб / neonatal goiter;</li> <li>• явный или скрытый гипотиреоз / overt or covert hypothyroidism;</li> <li>• нарушения умственного и физического развития / disorders of mental and physical development</li> </ul>
Детский и подростковый период Childhood and adolescence	<ul style="list-style-type: none"> <li>• эндемический зоб (диффузный, узловой) / endemic goiter (diffuse, nodular);</li> <li>• явный или скрытый гипотиреоз / overt or covert hypothyroidism;</li> <li>• нарушения умственного и физического развития / disorders of mental and physical development</li> </ul>
Взрослые Adults	<ul style="list-style-type: none"> <li>• зоб (диффузный, узловой) и его осложнения / goiter (diffuse, nodular) and its complications;</li> <li>• гипотиреоз / hypothyroidism;</li> <li>• умственные нарушения / mental disorders;</li> <li>• нарушения репродуктивной системы / disorders of the reproductive system</li> </ul>
Все периоды All periods	Повышенное поглощение радиоактивного йода при ядерных катастрофах Increased uptake of radioactive iodine in nuclear disasters

### Заключение

Таким образом, в результате систематического обзора опубликованных работ, доступных в национальной и зарубежных системах научного индексирования, включая результаты собственных исследований, выявлено, что проживание в условиях холодных климатических районов Российской Федерации сопровождается функциональным перенапряжением всех систем организма, создавая при этом высокий риск нарушения здоровья населения, что может приводить к снижению работоспособности и производительности труда.

К настоящему времени изучена значительная часть оказывающих влияние на репродуктивное здоровье женщин и мужчин вредных производственных факторов, в том числе химических, физических, биологических, психосоциальных и эргономических. Эти факторы способны увеличить риск возникновения необратимых острых и хронических повреждений репродуктивных функций, патологий развития плода и вызывать раннюю перинатальную смертность. Однако малоизученным остаётся вопрос влияния холодного стресса как профессионального фактора риска на репродуктивное здоровье работающего населения.

### Литература

(п.п. 42, 44, 50, 54–56, 58, 59, 61, 70, 82, 83, 85, 87, 90, 91, 93–95, 98, 108, 118, 130 см. References)

- Гудков А.Б., Попова О.Н., Лукманова Н.Б. Эколого-физиологическая характеристика климатических факторов Севера. Обзор литературы. *Экология человека*. 2012; (1): 12–7.
- Афтанас Л.И., Воевода М.И., Пузырев В.П. Арктическая медицина: вызовы XXI века. В кн.: *Научно-технические проблемы освоения Арктики*. М.: Наука; 2014: 104–8.
- Копытенкова О.И., Турсунов З.Ш., Леванчук А.В., Мироненко О.В., Фролова Н.М., Сазонова А.М. Гигиеническая оценка условий труда в отдельных профессиях строительных организаций. *Гигиена и санитария*. 2018; 97(12): 1203–9. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-12-1203-1209>
- Чашин 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): 3–12.
- Карпин В.А., Гудков А.Б., Шувалова О.И. Анализ воздействия климатотехногенного прессинга на жителей северной урбанизированной территории. *Экология человека*. 2018; (10): 9–14. <https://doi.org/10.33396/1728-0869-2018-10-9-14>
- Горбанев С.А., Сюрин С.А., Фролова Н.М. Условия труда и профессиональная патология горняков угольных шахт в Арктике. *Медицина труда и промышленная экология*. 2019; 59(8): 452–7. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-8-452-457>
- Солонин Ю.Г., Бойко Е.Р. Медико-физиологические аспекты жизнедеятельности в Арктике. *Арктика: экология и экономика*. 2015; (1): 70–5.
- Агаджанян Н.А., Кулаков В.И., Зангиева Т.Д. Экологические факторы и репродуктивная функция. *Экология человека*. 1994; (1): 94–105.
- Бойко Е.Р., ред. *Адаптация человека к экологическим и социальным условиям Севера*. Сыктывкар; 2012.
- Выучейская Д.С., Чашин В.П. Мониторинг и оценка рисков нарушений репродуктивного здоровья у работников, занятых в экономике Арктической зоны Российской Федерации. В кн.: *Современные научные и образовательные стратегии в общественном здоровье. Российская научно-практическая конференция*. СПб.; 2018: 31–7.
- Указ Президента РФ № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года». М.; 2020.
- СП 131.13330.2020. Строительная климатология. М.; 2020.
- Ковалев И.В., Гун Г.Е., Мизун Ю.Г. *Медико-экологические проблемы на Кольском Севере*. М.; 1997.
- Ревич Б.А., Шапошников Д.А., Кершенгольц Б.М. Климатические изменения как фактор риска здоровья населения Российской Арктики. *Проблемы здравоохранения и социального развития Арктической зоны России*. М.; 2011: 10–1.
- Шубик В.М. Проблемы экологической иммунологии на Крайнем Севере. *Биосфера*. 2011; 3(3): 390–408.
- Гудков А.Б., Попова О.Н., Лукманова Н.Б. Эколого-физиологическая характеристика климатических факторов Севера: обзор литературы. *Экология человека*. 2012; (1): 12–7.
- Полякова Е.М., Мельцер А.В., Чашин В.П., Ерастова Н.В. Гигиеническая оценка вклада охлаждающих метеорологических факторов в формирование профессионального риска нарушений здоровья работающих на открытой территории в холодный период года. *Анализ риска здоровью*. 2020; (3): 108–16. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2020.3.13>
- Чашин В.П., Гудков А.Б., Чашин М.В., Попова О.Н. Предикивная оценка индивидуальной восприимчивости организма человека к опасному воздействию холода. *Экология человека*. 2017; (5): 3–13.
- Деденко И.И., Борисенкова Р.В., Устюшин Б.В., Шмонин А.Е., Ершова Т.Н., Рушкевич О.П. и др. К вопросу о взаимосвязи функциональных изменений и состояния здоровья с факторами климата Крайнего Севера (обзор). *Гигиена и санитария*. 1990; 69(7): 4–9.
- Чучалин А.Г. *Хронические обструктивные болезни легких*. М.: БИНОМ; 2000.
- Евдокимов В.Г., Рогачевская О.В., Варламова Н.Г. *Модулирующее влияние факторов Севера на кардиореспираторную систему человека в онтогенезе*. Екатеринбург; 2007.
- Гудков А.Б., Попова О.Н., Скрипаль Б.А. Реакция системы внешнего дыхания на локальное охлаждение у молодых лиц трудоспособного возраста. *Медицина труда и промышленная экология*. 2009; (4): 26–30.
- Авцын А.П., Жаворонков А.А., Марачев А.Г., Милованов А.П. *Патология человека на Севере*. М.: Медицина; 1985.
- Казначеев В.П., Маянский Д.Н., Казанцев С.В. *Клинические аспекты полярной медицины*. М.: Медицина; 1986.

## Review article

25. Агаджанян Н.А. *Стресс и теория адаптации*. Оренбург; 2005.
26. Солонин Ю.Г., Бойко Е.Р., Варламова Н.Г., Есева Т.В., Канева А.М., Логинова Т.П. и др. Влияние широты проживания в условиях Севера на организм подростков. *Физиология человека*. 2012; 38(2): 107.
27. Барашков В.А., Фомин В.Н. Адаптивные реакции организма на мышечные нагрузки и холод при гипо- и гипертермозе. *Физиология человека*. 1994; 20(5): 76–80.
28. Петров В.Н. Особенности влияния парциального градиента плотности кислорода в атмосферном воздухе на состояние здоровья населения, проживающего в Арктической зоне РФ. *Вестник Кольского научного центра РАН*. 2015; (3): 82–92.
29. Беляева В.А. Влияние метеофакторов на частоту повышения артериального давления. *Анализ риска здоровью*. 2016; (4): 17–22. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2016.4.02>
30. Калита Н.Ф., Тигранян Р.А. Гормональные механизмы регуляции репродуктивной системы у людей в условиях Крайнего Севера. В кн.: *Эндокринная система организма и вредные факторы окружающей среды: тезисы докладов IV Всесоюзной конференции*. Ленинград; 1991: 106–7.
31. Раменская Е.Б. *Гипофизарно-тиреоидно-адреналовые взаимоотношения у жителей Европейского Севера*. Архангельск; 1992.
32. Гельфгат Е.Л., Лозовой В.П., Коненков В.И. Популяционные аспекты адаптивных изменений иммунной системы человека на Севере. *Вестник Российской академии медицинских наук*. 1993; (8): 20–5.
33. Гичев Ю.П. Проявление синдрома адаптивной гиперфункции и снижения экскреторной функции печени при адаптации в условиях Заполярья. В кн.: *Материалы VIII международного симпозиума «Эколого-физиологические проблемы адаптации»*. М.; 1998.
34. Ткачев А.В. Влияние природных факторов Севера на эндокринную систему человека. В кн.: *Проблемы экологии человека: сборник научных статей*. Архангельск; 2000: 219–24.
35. Шеголева Л.С. Резервные возможности регуляции иммунного статуса у человека в условиях Севера. Экология северных территорий России. В кн.: *Проблемы, прогноз ситуации, пути развития, решения: Материалы международной конференции*. Архангельск; 2002: 725–9.
36. Евдокимов В.Г., Рогачевская О.В., Варламова Н.Г. *Модулирующее влияние факторов Севера на кардиореспираторную систему человека в онтогенезе*. Екатеринбург; 2007.
37. Дубинин К.Н., Типисова Е.В. Роль гормонов системы гипофиз-щитовидная железа в обеспечении адапционного потенциала у женщин Крайнего Севера. *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2012; 14(5-2): 330–2.
38. Адамян Л.В., Сухих Г.Т. Состояние и перспективы репродуктивного здоровья населения России. В кн.: *Современные технологии в диагностике и лечении гинекологических заболеваний*. М.; 2007: 5–19.
39. Загоркина Н.А., Суханова Л.П., Банюшевич И.А. Актуальные медико-социальные проблемы репродуктивного здоровья населения Российской Федерации за период с 2001 по 2010 год. *Омский научный вестник*. 2012; (2): 107–12.
40. Указ Президента Российской Федерации № 606 «О мерах по реализации демографической политики Российской Федерации». М.; 2012.
41. Указ Президента Российской Федерации № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года». М.; 2018.
42. Вьючейская Д.С., Чашин В.П. Мониторинг и оценка рисков нарушений репродуктивного здоровья у работников, занятых в экономике арктической зоны Российской Федерации. В кн.: *Современные научные и образовательные стратегии в общественном здоровье*. СПб.; 2018: 31–7.
43. Чашин В.П., Анфалова Г.Л., Никанов А.Н., Чернев А.В. *Правила безопасности при организации и производстве работ на открытых площадках, территориях и внутри необогреваемых помещений в холодный период года*. Мурманск; 1999.
44. Никитин А.И. *Вредные факторы среды и репродуктивная система человека (ответственность перед будущими поколениями)*. СПб.; 2005.
45. Луценко М.Т. Влияние экологических условий Севера на репродуктивную функцию местных жителей. *Бюллетень физиологии и патологии дыхания*. 2008; (29): 56–9.
46. Айламазян Э.К., Беляева Т.В., Виноградова Е.Г. Репродуктивное здоровье женщин как критерий биоэкологической оценки окружающей среды. *Вестник Российской ассоциации акушеров и гинекологов*. 1997; (3): 72–8.
47. Дударев А.А. *Избранные публикации. Медицинская экология Арктики. Чернобыльская авария и канцерогенез. Качество воздуха офисных помещений, аэроионизация*. СПб.: СТРАТА; 2014.
48. Кирюшенков А.П. *Влияние вредных факторов на плод*. М.: Медицина; 1978.
49. Чашин М.В., Барнес Е., Даер Р.С. Оценка значения стойких токсичных веществ в накопленном экологическом ущербе для Арктики. *Экология человека*. 2009; (2): 8–12.
50. Захарова Н.В., Кузьмин А.В., Чашин М.В. Стойкие токсические вещества как фактор риска для здоровья коренных народов Арктики. В кн.: *Всероссийский симпозиум, посвященный 50-летию со дня основания ФГУП «НИИ ГПЭЧ» ФМБА России*. СПб.: ЭЛБИ-СПб; 2012: 212–3.
51. Артюнина Г.П., Чашин В.П., Игнаткова С.А. Проблемы профессиональной патологии у рабочих в никель-кальцевой промышленности. *Гигиена и санитария*. 1998; 77(1): 9–13.
52. Смирнов А.Г., Чухловина М.Л., Жарская В.Д., Корсакова Е.А. Влияние малых концентраций ртути на центральную нервную систему. *Гигиена и санитария*. 1998; 77(2): 51–4.
53. Антипина Ю.В., Ткачев А.В. Особенности гормональных взаимодействий системы гипофиз-гонады у мужчин на Севере. В кн.: Солонин Ю.Г., ред. *Физиологические закономерности гормональных, метаболических, иммунологических изменений в организме человека на Европейском Севере*. Сыктывкар; 1997: 18–33.
54. Артюхин А.А. Андрологические аспекты в охране репродуктивного здоровья. *Медицина труда и промышленная экология*. 2005; (3): 16–8.
55. Борисова Д.С. Особенности влияния низкотемпературной среды на репродуктивное здоровье населения при работе в условиях Крайнего Севера. В кн.: Силин А.В., ред. *Сборник научных трудов 8-ой научно-практической конференции молодых ученых и специалистов «Трансляционная медицина: от теории к практике»*. СПб.; 2020: 28–31.
56. Скрипаль Б.А., Столбун Б.М., Устюшин Б.В. *Ранняя диагностика и профилактика сердечно-сосудистой патологии у работающих на Крайнем Севере*. Апатиты: Кировский рабочий; 1992.
57. Зенченко Т.А., Солонин Ю.Г., Мерзлый А.М. Оценка индивидуальной чувствительности организма человека к действию атмосферных факторов в условиях северных широт. В кн.: Бойко Е.Р., ред. *Адаптация человека к экологическим и социальным условиям Севера*. Сыктывкар – Екатеринбург; 2012: 279–84.
58. Деденко И.И., Лыткин Б.Г., Устюшин Б.В. Функциональные состояния кардиореспираторной системы у горнорабочих глубоких рудников Заполярья. *Гигиена труда и профилактика заболеваний*. 1980; (8): 26–9.
59. Устюшин Б.В. *Физиолого-гигиенические аспекты труда человека на открытых территориях Крайнего Севера*. М.; 1991.
60. Арнольди И.А. *Акклиматизация человека на Севере*. М.: Медицина; 1962.
61. Андропова Т.И., Деряпа Н.Р., Соломатин А.П. *Гелеометротронные реакции здорового и больного человека*. М.: Медицина; 1982.
62. Диверт В.Э., Кривошеков С.Г. Кардиореспираторные реакции при нарастающей нормобарической ингаляционной гипоксии у здорового человека. *Физиология человека*. 2013; (4): 82–92. <https://doi.org/10.7868/S0131164613030065>
63. Беляева В.А. Влияние метеофакторов на частоту повышения артериального давления. *Анализ риска здоровью*. 2016; (4): 17–22. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2016.4.02>
64. Величковский Б.Т. Причины и механизмы снижения коэффициента использования кислорода в легких человека на Крайнем Севере. *Биосфера*. 2010; 1(2): 213–7.
65. Кривошеков С.Г., Балиоз Н.В., Вадяницкий С.Н., Пинигина И.А. Индивидуальные особенности адаптации к физическим нагрузкам в условиях холодного климата. В кн.: Бойко Е.Р., ред. *Адаптация человека к экологическим и социальным условиям Севера*. Сыктывкар – Екатеринбург; 2012: 90–8.
66. Мельников В.Н., Федорова О.И., Мальцева А.Е. Влияние метеорологических факторов в сутки рождения на количество родов и длительность гестации в городе Барнаул. *Экология человека*. 2017; (9): 59–64. <https://doi.org/10.33396/1728-0869-2017-9-59-64>
67. Копосова Т.С., Чикова С.Н., Чиков А.Е. Адаптивные возможности организма в период «биологической тьмы». *Экология человека*. 2007; (1): 50–4.
68. Рагозин О.Н., Бочкарев М.В., Сметаненко Т.В. Динамика психоэмоциональных компонентов личности у жителей Севера при измененной функциональной активности эпифиза в условиях короткого светового дня. *Психофармакология и биологическая наркология*. 2008; 8(1): 65–6.
69. Добродеева Л.К., Типисова Е.В., Шеголева Л.С. Влияние контрастной фотопериодики на содержание сывороточных иммуноглобулинов. В кн.: *Факторы клеточного и гуморального иммунитета при различных физиологических и патологических состояниях*. Челябинск; 1997.
70. Виноградова И.А., Анисимов В.Н. *Световой режим Севера и возрастная патология*. Петрозаводск: Петро-Пресс; 2012.
71. Шилов И.А. *Экология*. М.: Высшая школа; 1998.
72. Суханов С.Г. Влияние факторов Крайнего Севера на женскую репродуктивную систему. *Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия: Медико-биологические науки*. 2013; (4): 70–4.
73. Карпин В.А., Прокопьев М.Н., Неголок Ю.И., Гудков А.Б., Кострюкова Н.К., Браташов В.А. Биопатогенное воздействие сезонных вариаций геомагнитной активности на течение хронических obstructивных заболеваний легких. *Экология человека*. 2006; 4(S2): 82–7.
74. Никитин Ю.П., Хаснулин Ю.В., Гудков А.Б. Итоги деятельности академии полярной медицины и экстремальной экологии человека за 1995–2015 года: современные проблемы северной медицины и усилия ученых по их решению. *Медицина Кыргызстана*. 2015; (2): 8–14.
75. Попова Е.А., Андронов С.В., Попов А.И. Изменения физиологических показателей жителей Крайнего Севера под влиянием астрономических возмущений. *Вестник Челябинского государственного университета*. 2014; (13): 74–7.
76. Бреус Т.К., Комаров Ф.И., Рапопорт С.И. Медицинские эффекты геомагнитных бурь. *Клиническая медицина*. 2005; (3): 4–11.
77. Деряпа Н.Р., Барабашова З.И., Неверова Н.П., Андропова Т.И., Соломатин А.П. Экологические особенности Севера и Крайнего Севера. В кн.: *Экологическая физиология человека*. Ленинград: Наука; 1980: 7–18.
78. Мизун Ю.Г., Хаснулин В.И. *Наше здоровье и магнитные бури*. М.: Знание; 1991.

99. Качергиене Н.Б., Верницкайте Р.Б. Корреляция некоторых показателей внутриклеточной энергетики небеременных и беременных женщин с гелиогеофизическими и метеорологическими факторами. *Биофизика*. 1998; 43(5): 849–52.
100. Гурфинкель Ю.И., Оравский В.Н. Изменения показателей капиллярного кровотока у больных ИБС в зависимости от геомагнитных возмущений. В кн.: *Корреляция биологических и физико-химических процессов с космическими и гелиогеофизическими факторами*. Пушкино; 1996: 21–2.
101. Бреус Т.К., Рапопорт С.И. *Магнитные бури: медико-биологические и геофизические аспекты*. М.: Советский спорт; 2003.
102. Хаснулин В.И. Геофизические факторы и реакции человеческого организма. В кн.: *Материалы международного научно-практического симпозиума «Геофизические факторы и здоровье человека»*. Новосибирск; 2007: 62–3.
103. Куликов В.Ю., Утюпина К.Ю., Краснер Я.А. Влияние магнитных бурь на особенности психофизиологического статуса у студентов. *Медицина и образование в Сибири*. 2011; (3): 10.
104. Леханова Е.Н., Голубева Н.В., Романова Ю.В. Адаптивные перестройки иммунного ответа пришлого населения Крайнего Севера. *Экология*. 2007; (5): 47–50.
105. Гоклен М. Метроном, управляющий жизнью. *Наука и жизнь*. 1970; (12): 87–90.
106. Маликов Д.И. Связь изменений качества семени баранов-производителей с вариациями геомагнетизма. *Труды ВНИИ овецводства и козоводства*. 1972; 1(32): 225–7.
107. Моисеева Н.И. Космофизические флуктуации и развитие человеческого эмбриона. *Биофизика*. 1992; 37(4): 700–4.
108. Григорьев П.Е., Афанасьева Н.А., Вайсерман А.М. Солнечная активность как фактор риска возникновения синдрома Дауна. *Экология человека*. 2009; (11): 8–11.
109. Хорсева Н.И., Григорьев Ю.Г., Григорьев П.Е. Влияние низкоинтенсивных электромагнитных полей на антенатальный период развития организма. Часть 1: От гаметогенеза до родов (обзор). *Журнал медико-биологических исследований*. 2017; 5(4): 42–54. <https://doi.org/10.17238/issn2542-1298.2017.5.4.42>
110. Бобина И.В. Влияние факторов солнечной и геомагнитной активности на психометрические и клинико-лабораторные показатели беременных женщин. *Известия Алтайского государственного университета*. 2009; (3): 7–11.
111. Крикунова Н.И., Назаренко Л.П., Леонов В.П., Минайчева Л.И., Черных В.Г. Уровень врожденных пороков развития в томской популяции и действие гелиогеофизического фактора. *Сибирский медицинский журнал*. 2000; (4): 26–31.
112. Григорьев П.Е., Кодунов Л.А., Любарский А.В. Связь дезадаптации хромосомного геноза с гелиогеофизическими факторами. *Український медичний альманах*. 2005; 8(4): 40–1.
113. Григорьев П.Е., Афанасьева Н.А., Кодунов Л.А., Столяренко Н.С. Гелиогеофизические факторы риска возникновения хромосомных нарушений. *Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра Сибирского отделения Российской академии медицинских наук*. 2007; (6): 18–25.
114. Желуховцева И.Н., Коркия Э.М. О связи акушерской патологии с метеорологическими факторами. *Акушерство и гинекология*. 1970; (11): 27–31.
115. Гогилов П.З. Частота патологии беременности в зависимости от географической широты и колебаний солнечной активности. *Акушерство и гинекология*. 1974; (9): 66–7.
116. Хорсева Н.И. *Экологическое значение естественных электромагнитных полей в период внутриутробного развития человека*. М.; 2004.
117. Осипова Е.В., Перминова Л.И., Аверина А.С., Баженов А.А., Протопова Н.В., Одарева Е.В. Спонтанная родовая деятельность у женщин с плацентарной недостаточностью в зависимости от геомагнитной обстановки. *XXI век. Техносферная безопасность*. 2016; 1(4): 85–91.
118. Петричук С.И., Шищенко В.М., Духова З.Н. Влияние естественных физических факторов внешней среды на состояние беременных женщин с физиологическим течением беременности. *Биофизика*. 1998; 43(5): 853–6.
119. Зайнуллин В.Г., Боднар И.С., Кондратёнок Б.М. Особенности накопления химических элементов в волосах детского населения республики Коми. *Известия Коми научного центра УрО РАН*. 2014; (2): 24–31.
120. Болотова Н.В., Лисенкова Л.А., Путькова Л.И. Влияние дисбаланса микроэлементов внешней среды на функциональную активность щитовидной железы детей. В кн.: Болотова Н.В., ред. *Эндокринная система организма и вредные факторы окружающей среды: сборник материалов IV всесоюзной конференции*. Ленинград; 1991: 39–42.
121. Дедов И.И., Мельниченко Г.А., Петеркова В.А., Трошина Е.А., Абдулхабирова Ф.М., Мазурина Н.В. и др. Результаты эпидемиологического исследования йоддефицитных заболеваний в рамках проекта «Тиромобиль». *Проблемы эндокринологии*. 2005; (5): 32–4. <https://doi.org/10.14341/probl200551532-35>
122. Борисов Д.Н., Севрюков В.В., Еремин Г.Б., Петряхин Д.Н. Подходы к управлению и оценке здоровья военнослужащих с использованием информационных технологий. *Гигиена и санитария*. 2021; 100(8): 812–7. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-8-812-817>
123. Хаснулин В.И. *Введение в полярную медицину*. Новосибирск; 1998.
124. Зуевский В.П., Адейкина О.А., Корчин В.И. Свободно радикальное окисление как проявление адаптации организма к факторам окружающей среды. В кн.: *Медико-биологические и экологические проблемы здоровья человека на Севере*. Сургут; 2002: 277–9.
125. Лузина И.Г., Суплотова Л.А., Осадченко Г.А. Эндемический зоб на Крайнем Севере Западной Сибири. *Клиническая медицина*. 1998; 71(1): 38–9.
126. Агейкин В.А., Артамонов Р.Г. Дисфункция щитовидной железы у новорожденных и грудных детей, родившихся у матерей с заболеваниями щитовидной железы. *Российский педиатрический журнал*. 2000; (5): 60–3.
127. Фадеев В.А., Мельниченко Г.А. *Гипотиреоз*. М.: РКИ Северо-пресс; 2004.
128. Герасимов Г.А., Фадеев В.В., Свириденко Н.Ю. *Йоддефицитные заболевания в России. Простое решение сложной проблемы*. М.: Адамант; 2002.
129. Касаткина Э.П., Шилин Д.Е., Петрова Л.М., Хатамова Х.А., Локтева Е.Н., Самарчева Т.И. и др. Роль йодного обеспечения в неонатальной адаптации тиреоидной системы. *Проблемы эндокринологии*. 2001; 47(3): 10–5. <https://doi.org/10.14341/probl11471>
130. Хинталь Т.В. Дефицит йода и йоддефицитные заболевания: актуальность проблемы профилактики и лечения в Российской Федерации. *Всероссийский журнал для врачей всех специальностей*. 2010; (1): 5–28.

## References

1. Gudkov A.B., Popova O.N., Lukmanova N.B. Ecological-physiological characteristic of northern climatic factors. Literature review. *Ekologiya cheloveka*. 2012; (1): 12–7. (in Russian)
2. Afanas L.I., Voevoda M.I., Puzyrev V.P. Arctic medicine: challenges of the XXI century. In: *Scientific and Technical Problems of Arctic Exploration [Nauchno-tekhnicheskie problemy osvoeniya Arktiki]*. Moscow: Nauka; 2014: 104–8. (in Russian)
3. Kopytenkova O.I., Tursunov Z.Sh., Levanchuk A.V., Mironenko O.V., Frolova N.M., Sazonova A.M. The hygienic assessment of the working environment in individual occupations in building organizations. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2018; 97(12): 1203–9. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-12-1203-1209> (in Russian)
4. Chashchin V.P., Gudkov A.B., Popova O.N., Odland Yu.O., Kovshov A.A. Description of main health deterioration risk factors for population living on territories of active natural management in the Arctic. *Ekologiya cheloveka*. 2014; (1): 3–12. (in Russian)
5. Karpin V.A., Gudkov A.B., Shuvalova O.I. Impact analysis of climate and technogeneous pressing on residents of Northern urban land. *Ekologiya cheloveka*. 2018; (10): 9–14. <https://doi.org/10.33396/1728-0869-2018-10-9-14> (in Russian)
6. Gorbanev S.A., Syurin S.A., Frolova N.M. Working conditions and occupational pathology of coal miners in the Arctic. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2019; 59(8): 452–7. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-8-452-457> (in Russian)
7. Solonin Yu.G., Boyko E.R. Medical and physiological aspects of vital activity in the Arctic. *Arktika: ekologiya i ekonomika*. 2015; (1): 70–5. (in Russian)
8. Agadzhanian N.A., Kulakov V.I., Zangieva T.D. Ecological factors and reproductive function. *Ekologiya cheloveka*. 1994; (1): 94–105. (in Russian)
9. Boyko E.R., ed. *Adaptation of a Person to the Ecological and Social Conditions of the North [Adaptatsiya cheloveka k ekologicheskim i sotsial'nym usloviyam Severa]*. Syktyvkar; 2012. (in Russian)
10. Vyucheskaya D.S., Chashchin V.P. Monitoring and assessment of the risks of reproductive health disorders among workers employed in the economy of the Arctic zone of the Russian Federation. In: *Modern Scientific and Educational Strategies in Public Health. Russian Scientific and Practical Conference [Sovremennye nauchnye i obrazovatel'nye strategii v obshchestvennom zdorov'e. Rossiyskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya]*. St. Petersburg; 2018: 31–7. (in Russian)
11. Decree of the President of the Russian Federation № 474 «On the national development goals of the Russian Federation for the period up to 2030». Moscow; 2020. (in Russian)
12. SP 131.13330.2020. Building climatology. Moscow; 2020. (in Russian)
13. Kovalev I.V., Gun G.E., Mizun Yu.G. *Medico-Ecological Problems in the Kola North [Mediko-ekologicheskie problemy na Kol'skom Severe]*. Moscow; 1997. (in Russian)
14. Revich B.A., Shaposhnikov D.A., Kershengolts B.M. Climatic changes as a risk factor for the health of the population of the Russian Arctic. In: *Problems of Healthcare and Social Development of the Arctic Zone of Russia [Problemy zdoravookhraneniya i sotsial'nogo razvitiya Arkticheskoy zony Rossii]*. Moscow; 2011: 10–1. (in Russian)
15. Shubik V.M. Problems of ecological immunology in the Far North. *Biosfera*. 2011; 3(3): 390–408. (in Russian)
16. Gudkov A.B., Popova O.N., Lukmanova N.B. Ecological-physiological characteristic of northern climatic factors. Literature review. *Ekologiya cheloveka*. 2012; (1): 12–7. (in Russian)
17. Polyakova E.M., Mel'tser A.V., Chashchin V.P., Erastova N.V. Hygienic assessment of contribution made by cooling meteorological factors into

## Review article

- occupational risks of health disorders for workers who have to work outdoors in cold season. *Analiz riska zdorov'yu*. 2020; (3): 108–16. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2020.3.13> (in Russian)
18. Chashchin V.P., Gudkov A.B., Chashchin M.V., Popova O.N. Predictive assessment of individual human susceptibility to damaging cold exposure. *Ekologiya cheloveka*. 2017; (5): 3–13. (in Russian)
  19. Dedenko I.I., Borisenkova R.V., Ustyushin B.V., Shmonin A.E., Ershova T.N., Rushkevich O.P., et al. To the question of the relationship between functional changes and health status with climate factors of the Far North (review). *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 1990; 69(7): 4–9. (in Russian)
  20. Chuchalin A.G. *Chronic Obstructive Pulmonary Diseases [Khronicheskie obstruktivnye bolezni legkikh]*. Moscow: BINOM; 2000. (in Russian)
  21. Evdokimov V.G., Rogachevskaya O.V., Varlamova N.G. *Modulating Effect of the Factors of the North on the Human Cardiorespiratory System in Ontogeny [Moduliruyushchee vliyaniye faktorov Severa na kardiorespiratornyuyu sistemu cheloveka v ontogeneze]*. Ekaterinburg; 2007. (in Russian)
  22. Gudkov A.B., Popova O.N., Skripal' B.A. External respiration system reaction to local cooling of skin of young able-bodied persons. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2009; (4): 26–30. (in Russian)
  23. Avtsyn A.P., Zhavoronkov A.A., Marachev A.G., Milovanov A.P. *Human Pathology in the North [Patologiya cheloveka na Severe]*. Moscow: Meditsina; 1985. (in Russian)
  24. Kaznacheev V.P., Mayanskiy D.N., Kazantsev S.V. *Clinical Aspects of Polar Medicine [Klinicheskie aspekty polarnoy meditsiny]*. Moscow: Meditsina; 1986. (in Russian)
  25. Agadzhanian N.A. *Stress and Adaptation Theory [Stress i teoriya adaptatsii]*. Orenburg; 2005. (in Russian)
  26. Solonin Yu.G., Boyko E.R., Varlamova N.G., Eseva T.V., Kaneva A.M., Loginova T.P. Effect of latitude on adolescents living in the North. *Fiziologiya cheloveka*. 2012; 38(2): 107. (in Russian)
  27. Barashkov V.A., Fomin V.N. Adaptive reactions of the body to muscle loads and cold in hypo- and hyperthyroidism. *Fiziologiya cheloveka*. 1994; 20(5): 76–80. (in Russian)
  28. Petrov V.N. Features of influence of oxygen' partial density gradient in the air on the health status of populations living in the arctic zone of the Russian Federation. *Vestnik Kol'skogo nauchnogo tsentra RAN*. 2015; (3): 82–92. (in Russian)
  29. Belyaeva V.A. The impact of meteo-factors on increase of arterial blood pressure. *Analiz riska zdorov'yu*. 2016; (4): 17–22. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2016.4.02> (in Russian)
  30. Kalita N.F., Tigranyan R.A. Hormonal mechanisms of regulation of the reproductive system in people in the Far North. In: *The Endocrine System of the Body and Harmful Environmental Factors: Abstracts of the IV All-Union Conference [Endokrinnaya sistema organizma i vrednye faktory okruzhayushchey sredy: tezisy dokladov IV Vsesoyuznoy konferentsii]*. Leningrad; 1991: 106–7. (in Russian)
  31. Ramenskaya E.B. *Pituitary-thyroid-adrenal relationships among residents of the European North [Gipofizarno-tireoidno-adrenalovye vzaimootnosheniya u zhitel'ey Evropeyskogo Severa]*. Arkhangelsk; 1992. (in Russian)
  32. Gel'fgat E.L., Lozovoy V.P., Kononenk V.I. Population aspects of adaptive changes in the human immune system in the North. *Vestnik Rossiyskoy akademii meditsinskikh nauk*. 1993; (8): 20–5. (in Russian)
  33. Gichev Yu.P. Manifestation of the syndrome of adaptive hyperperfusion and decrease in the excretory function of the liver during adaptation in the conditions of the Arctic. In: *Materials of the VIII International Symposium «Ecological and Physiological Problems of Adaptation» [Materialy VIII mezhdunarodnogo simpoziuma «Ekologo-fiziologicheskie problemy adaptatsii»]*. Moscow; 1998. (in Russian)
  34. Tkachev A.V. Influence of natural factors of the North on the human endocrine system. In: *Problems of Human Ecology: Collection of Scientific Articles [Problemy ekologii cheloveka: sbornik nauchnykh statey]*. Arkhangelsk; 2000: 219–24. (in Russian)
  35. Shchegoleva L.S. Reserve possibilities of regulation of the immune status in humans in the conditions of the North. Ecology of the Northern Territories of Russia. In: *Problems, Forecast of the Situation, Ways of Development, Solutions: Materials of the International Conference [Problemy, prognoz situatsii, puti razvitiya, resheniya: Materialy mezhdunarodnoy konferentsii]*. Arkhangelsk. 2002: 725–9. (in Russian)
  36. Evdokimov V.G., Rogachevskaya O.V., Varlamova N.G. *Modulating Effect of the Factors of the North on the Human Cardiorespiratory System in Ontogeny [Moduliruyushchee vliyaniye faktorov Severa na kardiorespiratornyuyu sistemu cheloveka v ontogeneze]*. Ekaterinburg; 2007. (in Russian)
  37. Dubinin K.N., Tipisova E.V. Role of hormones of the hypophysis – thyroid gland system in providing adaptable potential at women of Far North. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk*. 2012; 14(5–2): 330–2. (in Russian)
  38. Adamyan L.V., Sukhikh G.T. The state and prospects of the reproductive health of the population of Russia. In: *Modern Technologies in the Diagnosis and Treatment of Gynecological Diseases [Sovremennye tekhnologii v diagnostike i lechenii ginekologicheskikh zabolovanii]*. Moscow; 2007: 5–19. (in Russian)
  39. Zakorkina N.A., Sukhanova L.P., Banyushevich I.A. Current medical and social problems of the reproductive health of the population of the Russian Federation for the period from 2001 to 2010. *Omskiy nauchnyy vestnik*. 2012; (2): 107–12. (in Russian)
  40. Decree of the President of the Russian Federation № 606 «On measures to implement the demographic policy of the Russian Federation». Moscow; 2012. (in Russian)
  41. Decree of the President of the Russian Federation № 204 «On the national goals and strategic objectives of the development of the Russian Federation for the period up to 2024». Moscow; 2018. (in Russian)
  42. Pääkkönen T., Leppälä J. Cold exposure and hormonal secretion: a review. *Int. J. Circumpolar. Health*. 2002; 61(3): 265–76. <https://doi.org/10.3402/ijch.v61i3.17474>
  43. Vyucheyskaya D.S., Chashchin V.P. Monitoring and risk assessment of reproductive health disorders among workers employed in the economy of the Arctic zone of the Russian Federation. In: *Modern Scientific and Educational Strategies in Public Health [Sovremennye nauchnye i obrazovatel'nye strategii v obshchestvennom zdorov'e]*. St. Petersburg; 2018: 31–7. (in Russian)
  44. Chashchin V. Work in the cold: review of Russian experience in the North. *Barents*. 1998; 1(3): 80–2.
  45. Chashchin V.P., Anfalova G.L., Nikanov A.N., Chernev A.V. *Safety rules for organizing and performing work on open areas, territories and inside unheated premises during the cold season*. Murmansk; 1999. (in Russian)
  46. Nikitin A.I. *Harmful Environmental Factors and the Human Reproductive System (Responsibility to Future Generations) [Vrednye faktory sredy i reproduktivnaya sistema cheloveka (otvetstvennost' pered budushchimi pokoleniyami)]*. St. Petersburg; 2005. (in Russian)
  47. Lutsenko M.T. The influence of north ecological conditions on reproductive function of local people. *Byulleten' fiziologii i patologii dykhanii*. 2008; (29): 56–9. (in Russian)
  48. Aylamazyan E.K., Belyaeva T.V., Vinogradova E.G. Reproductive health of women as a criterion for bioecological assessment of the environment. *Vestnik Rossiyskoy assotsiatsii akusherov i ginekologov*. 1997; (3): 72–8. (in Russian)
  49. Dudarev A.A. *Selected Publications. Medical Ecology of the Arctic. Chernobyl Accident and Carcinogenesis. Office Air Quality, Air Ionization [Izbrannyye publikatsii. Meditsinskaya ekologiya Arktiki. Chernobyl'skaya aviariya i kantserogenez. Kachestvo vozdukhha ofisnykh pomeshcheniy, aeroionizatsiya]*. St. Petersburg: STRATA; 2014. (in Russian)
  50. Bulun S.E., Adashi E.Y. The Physiology and Pathology of the Female Reproductive Axis. In: *Williams Textbook of Endocrinology*. Philadelphia; 2008: 541–99.
  51. Kiryushchenkov A.P. *The Influence of Harmful Factors on the Fetus [Vliyaniye vrednykh faktorov na plod]*. Moscow: Meditsina; 1978. (in Russian)
  52. Chashchin M.V., Barnes E., Daer R.S. Evaluation of the importance of persistent toxic substances in the accumulated environmental damage for the Arctic. *Ekologiya cheloveka*. 2009; (2): 8–12. (in Russian)
  53. Zakharova N.V., Kuz'min A.V., Chashchin M.V. Persistent toxic substances as a risk factor for the health of indigenous peoples of the Arctic. In: *All-Russian Symposium Dedicated to the 50<sup>th</sup> Anniversary of the Founding of the Federal State Unitary Enterprise «NII GPEC» FMBA of Russia [Vserossiyskiy simpozium, posvyashchennyy 50-letiyu so dnya osnovaniya FGUP «NII GPEC» FMBA Rossii]*. St. Petersburg: ELBI-Spb; 2012: 212–3. (in Russian)
  54. Ellingsen D.G., Konstantinov R., Bast-Petersen R., Merkurjeva L., Chashchin M., Thomassen Y., et al. A neurobehavioral study of current and former welders exposed to manganese. *Neurotoxicology*. 2008; 29(1): 48–59. <https://doi.org/10.1016/j.neuro.2007.08.014>
  55. Chashchin V.P., Artunina G.P., Norseth T. Congenital defects, abortion and other health effects in nickel refinery workers. *Sci. Total Environ*. 1994; 148(2): 287–91. [https://doi.org/10.1016/0048-9697\(94\)90405-7](https://doi.org/10.1016/0048-9697(94)90405-7)
  56. Smith-Sivertsen T., Tchachtchine V., Lund E., Bykov V., Thomassen Y., Norseth T. Urinary nickel excretion in populations living in the proximity of two Russian nickel refineries: a norwegian-russian population-based study. *Environ. Health Perspect*. 1998; 106(8): 503–11. <https://doi.org/10.1289/ehp.98106503>
  57. Artyunina G.P., Chashchin V.P., Ignat'kova S.A. Problems of occupational pathology among workers in the nickel-cobalt industry. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 1998; 77(1): 9–13. (in Russian)
  58. Thomassen Y., Nieboer E., Ellingsen D., Hetland S., Norseth T., Odland J.O., et al. Characterisation of workers' exposure in a Russian nickel refinery. *J. Environ. Monitoring*. 1999; 1(1): 15–22. <https://doi.org/10.1039/a807771a>
  59. Van Oostdam J.C., Dewailly E., Gilman A., Hansen J.C., Odland J.O., Chashchin V., et al. Circumpolar maternal blood contaminant survey, 1994–1997 organochlorine compounds. *Sci. Total Environ*. 2004; 330(1–3): 55–70. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2004.02.028>
  60. Smirnov A.G., Chukhlovina M.L., Zharskaya V.D., Korsakova E.A. Effect of low concentrations of mercury on the central nervous system. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 1998; 77(2): 51–4. (in Russian)
  61. Vaktskjold A., Talykova L., Chashchin V., Nieboer E., Odland J.O. The Kola Birth Registry and perinatal mortality in Monçegorsk, Russia. *Acta Obstet. Gynecol. Scand*. 2004; 83(1): 58–69.
  62. Antipina Yu.V., Tkachev A.V. Features of hormonal interactions of the pituitary-gonadal system in men in the North. In: Solonin Yu.G., ed. *Physiological Patterns of Hormonal, Metabolic, Immunological Changes in the Human Body in the European North [Fiziologicheskie zakonomernosti gormonal'nykh, metabolicheskikh, immunologicheskikh izmeneniy v organizme cheloveka na Evropeyskom Severe]*. Syktyvkar; 1997: 18–33. (in Russian)
  63. Artyukhin A.A. Andrological aspects in the protection of reproductive health. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2005; (3): 16–8. (in Russian)
  64. Borisova D.S. Peculiarities of the influence of low-temperature environment on the reproductive health of the population when working in the conditions of the Far North. In: Silin A.V., ed. *Collection of Scientific Papers of the 8<sup>th</sup> Scientific and Practical Conference of Young Scientists and Specialists «Translational Medicine: from Theory to Practice» [Sbornik nauchnykh trudov 8-oy nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh uchenykh i spetsialistov «Translyatsionnaya meditsina: ot teorii k praktike»]*. St. Petersburg; 2020: 28–31. (in Russian)

65. Skripal B.A., Stolbun B.M., Ustyushin B.V. *Early Diagnosis and Prevention of Cardiovascular Pathology among Workers in the Far North [Rannaya diagnostika i profilaktika serdечно-sosudistoy patologii u rabotayushchikh na Kraynem Severe]*. Apatity: Kirovskiy rabochiy; 1992. (in Russian)
66. Zenchenko T.A., Solonin Yu.G., Merzlyy A.M. Assessment of the individual sensitivity of the human body to the action of atmospheric factors in northern latitudes. In: Boyko E.R., ed. *Adaptation of a Person to the Ecological and Social Conditions of the North [Adaptatsiya cheloveka k ekologicheskim i sotsial'nym usloviyam Severa]*. Syktyvkar – Yekaterinburg; 2012: 279–84. (in Russian)
67. Dedenko I.I., Lytkin B.G., Ustyushin B.V. Functional state of the cardiorespiratory system in miners of the deep mines of the Arctic. *Gigiena truda i profilaktika zabolevaniy*. 1980; (8): 26–9. (in Russian)
68. Ustyushin B.V. *Physiological and Hygienic Aspects of Human Labor in the Open Territories of the Far North [Fiziologo-gigienicheskie aspekty truda cheloveka na otkrytykh territoriyakh Kraynego Severa]*. Moscow; 1991. (in Russian)
69. Arnol'di I.A. *Human Acclimatization in the North [Akklimatizatsiya cheloveka na Severe]*. Moscow: Meditsina; 1962. (in Russian)
70. Anttonen H., Hiltunen E. Wind and cold have a joint effect on cooling. *Barents*. 1998; 1(3): 90–2.
71. Andronova T.I., Deryapa N.R., Solomatina A.P. *Geleometeoropropic Reactions of a Healthy and Sick Person [Geleometeoropnyye reaktzii zdorovogo i bol'nogo cheloveka]*. Moscow: Meditsina; 1982. (in Russian)
72. Divert V.E., Krivoshechekov S.G. Cardiorespiratory responses to prolonged normobaric inhalatory hypoxia in healthy men. *Fiziologiya cheloveka*. 2013; (4): 82–92. <https://doi.org/10.7868/S0131164613030065> (in Russian)
73. Belyaeva V.A. The impact of meteorological factors on increase of arterial blood pressure. *Analiz riska zdorov'yu*. 2016; (4): 17–22. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2016.4.02> (in Russian)
74. Velichkovskiy B.T. Reasons and mechanisms for reducing the coefficient of oxygen use in human lungs in the Far North. *Biosfera*. 2010; 1(2): 213–7. (in Russian)
75. Krivoshechekov S.G., Balioz N.V., Vodyanitskiy S.N., Pinigina I.A. Individual features of adaptation to physical loads in a cold climate. In: Boyko E.R., ed. *Adaptation of a Person to the Ecological and Social Conditions of the North [Adaptatsiya cheloveka k ekologicheskim i sotsial'nym usloviyam Severa]*. Syktyvkar – Yekaterinburg; 2012: 90–8. (in Russian)
76. Melnikov V.N., Fedorova O.I., Maltseva A.E. Meteorological effects on daily birth frequency and gestational length in Barnaul, south-west Siberia. *Ekologiya cheloveka*. 2017; (9): 59–64. <https://doi.org/10.33396/1728-0869-2017-9-59-64> (in Russian)
77. Kuposova T.S., Chikova S.N., Chikov A.E. The adaptive capacities of the student organism in the period of the “biological darkness”. *Ekologiya cheloveka*. 2007; (1): 50–4. (in Russian)
78. Ragozin O.N., Bochkarev M.V., Smetanenka T.V. Dynamics of psychomotoric components of personality in residents of the North with altered functional activity of the pineal gland in conditions of short daylight hours. *Psikhofarmakologiya i biologicheskaya narkologiya*. 2008; 8(1): 65–6. (in Russian)
79. Dobrodeeva L.K., Tipisova E.V., Shchegoleva L.S. Influence of contrast photoperiods on the content of serum immunoglobulins. In: *Factors of Cellular and Humoral Immunity in Various Physiological and Pathological Conditions [Faktory kletchnogo i gumoral'nogo immuniteta pri razlichnykh fiziologicheskikh i patologicheskikh sostoyaniyakh]*. Chelyabinsk; 1997. (in Russian)
80. Vinogradova I.A., Anisimov V.N. *Light Regime of the North and Age-Related Pathology [Svetovoy rezhim Severa i vozrastnaya patologiya]*. Petrozavodsk: Petro-Press; 2012. (in Russian)
81. Shilov I.A. *Ecology [Ekologiya]*. Moscow: Vysshaya shkola; 1998. (in Russian)
82. Chedrese P.J., ed. *Reproductive Endocrinology: A Molecular Approach*. Norwell: Springer; 2009.
83. Danilenko K.V., Putilov A.A., Russkikh G.S. Diurnal and seasonal variations of melatonin and serotonin in women with seasonal affective disorder. *Arctic Med. Res.* 1994; 53(3): 137–45.
84. Sukhanov S.G. Influence of circumpolar factors on the female reproductive system. *Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) federal'nogo universiteta. Seriya: Mediko-biologicheskie nauki*. 2013; (4): 70–4. (in Russian)
85. Stoupe E. Cardiac arrhythmia and geomagnetic activity. *Indian Pacing. Electrophysiol. J.* 2006; 6(1): 49–53.
86. Karpin V.A., Prokopev M.N., Negolyuk Yu.I., Gudkov A.B., Kostryukova N.K., Bratashov V.A. Biopathogenic impact of seasonal variations of geomagnetic activity on the course of chronic obstructive pulmonary diseases. *Ekologiya cheloveka*. 2006; 4(S2): 82–7. (in Russian)
87. Cornélissen G., Halberg F., Sothorn R.B., Hillman D.C., Siegelová J. Blood pressure, heart rate and melatonin cycles synchronization with the season, earth magnetism and solar flares. *Scr. Med. (Brno)*. 2010; 83(1): 16–32.
88. Nikitin Yu.P., Khasnulin Yu.V., Gudkov A.B. The results of the activities of the Academy of Polar Medicine and Extreme Human Ecology for 1995–2015: modern problems of northern medicine and the efforts of scientists to solve them. *Meditsina Kirgystana*. 2015; (2): 8–14. (in Russian)
89. Popova E.A., Andronov S.V., Popov A.I. Changes of physiological parameters of the inhabitants of the Far North under the influence astronomical perturbations. *Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2014; (13): 74–7. (in Russian)
90. Stoupe E., Petrauskienė J., Kaledre R., Abramson E., Sulkes J. Clinical cosmobiology. The Lithuanian study 1990–1992. *Int. J. Biometeorol.* 1995; 38(4): 204–8. <https://doi.org/10.1007/bf01245390>
91. Leonard W.R., Sorensen M.V., Galloway V.A., Spencer G.J., Mosher M.J., Osipova L., et al. Climatic influences on basal metabolic rates among circumpolar populations. *Am. J. Hum. Biol.* 2002; 14(5): 609–20. <https://doi.org/10.1002/ajhb.10072>
92. Breus T.K., Komarov F.I., Rapoport S.I. Medical effects of geomagnetic storms. *Klinicheskaya meditsina*. 2005; (3): 4–11. (in Russian)
93. Hasnulin V.I. Geophysical perturbations as the main cause of northern human stress. *Alaska Med.* 2007; 49(2 Suppl.): 237–44.
94. Cai S., Deng X. Research the relationship between hypertension and meteorological elements. *Meteorology Mon.* 1994; 4: 44–6.
95. Nayha S. Cold and the risk of cardiovascular diseases. A review. *Int. J. Circumpolar Health*. 2002; 61(4): 373–80. <https://doi.org/10.3402/ijch.v61i4.17495>
96. Deryapa N.R., Barabashova Z.I., Neverova N.P. Ecological features of the North and the Far North. In: *Ecological Human Physiology [Ekologicheskaya fiziologiya cheloveka]*. Leningrad: Nauka; 1980: 7–18. (in Russian)
97. Mizun Yu.G., Khasnulin V.I. *Our Health and Magnetic Storms [Nashe zdorov'e i magnitnye buri]*. Moscow: Znaniye; 1991. (in Russian)
98. Boulos Z. Seasonal mood and sleep disorders at high latitudes. In: *Health and Social Problems of the Development of Oil and Gas Field in Arctic Regions*. Nadym; 1993: 51–5.
99. Kachergiene N.B., Vernitskayte R.B. Correlation of some indicators of intracellular energy of non-pregnant and pregnant women with heliogeophysical and meteorological factors. *Biofizika*. 1998; 43(5): 849–52. (in Russian)
100. Gurfinkel' Yu.I., Oraevskiy V.N. Changes in indicators of capillary blood flow in patients with coronary artery disease depending on geomagnetic disturbances. In: *Correlations of Biological and Physico-Chemical Processes with Space and Helio-Geophysical Factors [Korrelatsii biologicheskikh i fiziko-khimicheskikh protsessov s kosmicheskimi i geliogeofizicheskimi faktorami]*. Pushchino; 1996: 21–2. (in Russian)
101. Breus T.K., Rapoport S.I. *Magnetic Storms: Biomedical and Geophysical Aspects [Magnitnye buri: mediko-biologicheskie i geofizicheskie aspekty]*. Moscow: Sovetskii sport; 2003. (in Russian)
102. Khasnulin V.I. Geophysical factors and reactions of the human body. In: *Materials of the International Scientific and Practical Symposium «Geophysical Factors and Human Health» [Materialy mezhdunarodnogo nauchno-prakticheskogo simpoziuma «Geofizicheskie faktory i zdorov'e cheloveka»]*. Novosibirsk; 2007: 62–3. (in Russian)
103. Kulikov V.Yu., Utyupina K.Yu., Krasner Ya.A. Influence of magnetic storms on the features of the psychophysiological status of students. *Meditsina i obrazovanie v Sibiri*. 2011; (3): 10. (in Russian)
104. Lekhanova E.N., Golubeva N.V., Romanova Yu.V. Adaptive changes of immune response in non-natives of the Far North. *Ekologiya*. 2007; (5): 47–50. (in Russian)
105. Goklen M. Metronome, managing life. *Nauka i zhizn'*. 1970; (12): 87–90. (in Russian)
106. Malikov D.I. Relationship between changes in the quality of semen of rams – producers with variations in geomagnetism. *Trudy VNII ovtsevodstva i kozovodstva*. 1972; 1(32): 225–7. (in Russian)
107. Moiseeva N.I. Cosmophysical fluctuations and development of the human embryo. *Biofizika*. 1992; 37(4): 700–4. (in Russian)
108. Sehitoglu I., Tumkaya L., Kalkan Y., Bedir R., Cure M.C., Zorba O.U., et al. Biochemical and histopathological effects on the rat testis after exposure to electromagnetic field during fetal period. *Arch. Esp. Urol.* 2015; 68(6): 562–8.
109. Grigor'ev P.E., Afanas'eva N.A., Vayserman A.M. Solar activity as a hazard factor for a down's syndrome. *Ekologiya cheloveka*. 2009; (11): 8–11. (in Russian)
110. Khorseva N.I., Grigor'ev Yu.G., Grigor'ev P.E. Influence of low-intensity electromagnetic fields on the organisms' antenatal development. Part 1. From gametogenesis to birth (review). *Zhurnal mediko-biologicheskikh issledovaniy*. 2017; 5(4): 42–54. <https://doi.org/10.17238/issn2542-1298.2017.5.4.42> (in Russian)
111. Bobina I.V. Influence of solar and geomagnetic activity on psychometric and clinic-laboratory indicators of pregnant women. *Izvestiya Altayskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2009; (3): 7–11. (in Russian)
112. Krikunova N.I., Nazarenko L.P., Leonov V.P., Minaycheva L.I., Chernykh V.G. Inherent developmental defects level in the Tomsk population and influence of heliophysical factor. *Sibirskiy meditsinskiy zhurnal*. 2000; (4): 26–31. (in Russian)
113. Grigor'ev P.E., Kodunov L.A., Lyubarskiy A.V. Connection of maladaptation of chromosomal genesis with heliogeophysical factors. *Ukrains'kiy medichniy al'manakh*. 2005; 8(4): 40–1. (in Russian)
114. Grigor'ev P.E., Afanas'eva N.A., Kodunov L.A., Stolyarenko N.S. Heliogeophysical factors of a rise of the chromosomal diseases. *Byulleten' Vostochno-Sibirskogo nauchnogo tsentra Sibirskogo otdeleniya Rossiyskoy akademii meditsinskikh nauk*. 2007; (6): 18–25. (in Russian)
115. Zhelokhovtseva I.N., Korkiya E.M. On the connection between obstetric pathology and meteorological factors. *Akusherstvo i ginekologiya*. 1970; (11): 27–31. (in Russian)
116. Gogilov P.Z. The frequency of pathology of pregnancy depending on the geographical latitude and fluctuations in solar activity. *Akusherstvo i ginekologiya*. 1974; (9): 66–7. (in Russian)
117. Khorseva N.I. *Ecological Significance of Natural Electromagnetic Fields During the Period of Intrauterine Development of a Person [Ekologicheskoe znachenie estestvennykh elektromagnitnykh poley v period vnutritrobnogo razvitiya cheloveka]*. Moscow; 2004. (in Russian)
118. Stoupe E., Sirota L., Osovsky M., Klinger G., Abramson E., Israelevich P., et al. Monthly number of preterm births and environmental physical activity. *J. Basic Clin. Physiol. Pharmacol.* 2007; 18(2): 149–57. <https://doi.org/10.1515/jbcp.2007.18.2.149>

## Review article

119. Osipova E.V., Permineva L.I., Averina A.S., Bazhenov A.A., Protopopova N.V., Odareeva E.V. Earth-magnetism-related spontaneous labor in women with placental deficiency. *XXI vek. Tekhnosfermaya bezopasnost'*. 2016; 1(4): 85–91. (in Russian)
120. Petrichuk S.I., Shishchenko V.M., Dukhova Z.N. Influence of natural physical factors of the environment on the state of pregnant women with a physiological course of pregnancy. *Biofizika*. 1998; 43(5): 853–6. (in Russian)
121. Zaynullin V.G., Bodnar' I.S., Kondratenok B.M. Particularity of accumulation of chemical elements in hair of children's population of the Republic of Komi. *Izvestiya Komi nauchnogo tsentra URO RAN*. 2014; (2): 24–31. (in Russian)
122. Bolotova N.V., Lisenkova L.A., Putyakova L.I. Influence of imbalance of microelements of the environment on the functional activity of the thyroid gland in children. In: Bolotova N.V., ed. *The Endocrine System of the Body and Harmful Environmental Factors: Collection of Materials of the IV All-Union Conference [Endokrinnaya sistema organizma i vrednye faktory okruzhayushchey sredy: sbornik materialov IV vsesoyuznoy konferentsii]*. Leningrad; 1991: 39–42. (in Russian)
123. Dedov I.I., Mel'nichenko G.A., Peterkova V.A., Troshina E.A., Abdulkhabirova F.M., Mazurina N.V., et al. Results of epidemiological surveys for iodine-deficiency diseases within the framework of the Thyromobile project. *Problemy endokrinologii*. 2005; (5): 32–4. <https://doi.org/10.14341/probl200551532-35> (in Russian)
124. Borisov D.N., Sevryukov V.V., Eremin G.B., Petryakhin D.N. Approaches to management and assessment of the health of military services using information technologies. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2021; 100(8): 812–7. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-8-812-817> (in Russian)
125. Khasnulin V.I. *Introduction to Polar Medicine [Vvedenie v polyarnuyu meditsinu]*. Novosibirsk; 1998. (in Russian)
126. Zuevskiy V.P., Adeykina O.A., Korchin V.I. Free radical oxidation as a manifestation of the body's adaptation to environmental factors. In: *Medico-Biological and Environmental Problems of Human Health in the North [Mediko-biologicheskie i ekologicheskie problemy zdorov'ya cheloveka na Severe]*. Surgut; 2002: 277–9. (in Russian)
127. Luzina I.G., Suplotova L.A., Osadchenko G.A. Endemic goiter in the Far North of Western Siberia. *Klinicheskaya meditsina*. 1998; 71(1): 38–9. (in Russian)
128. Ageykin V.A., Artamonov R.G. Thyroid dysfunction in newborns and infants born to mothers with thyroid diseases. *Rossiyskiy pediatricheskiy zhurnal*. 2000; (5): 60–3. (in Russian)
129. Fadeev V.A., Mel'nichenko G.A. *Hypothyroidism [Gipotireoz]*. Moscow: RKI Sovero press; 2004. (in Russian)
130. WHO. Indicator for assessing Iodine Deficiency Disorders and monitoring their elimination. Geneva: WHO/Euro/NUT; 2001.
131. Gerasimov G.A., Fadeev V.V., Sviridenko N.Yu. *Iodine Deficiency Diseases in Russia. A Simple Solution to a Complex Problem [Yoddefitsitnye zabolevaniya v Rossii. Prostoe reshenie slozhnoy problemy.]*. Moscow: Adamant"; 2002. (in Russian)
132. Kasatkina E.P., Shilin D.E., Petrova L.M., Khatamova X.A., Lokteva E.N., Samarcheva T.I. Role of iodine supply in neonatal adaptation of the thyroid system. *Problemy endokrinologii*. 2001; 47(3): 10–5. <https://doi.org/10.14341/probl11471> (in Russian)
133. Khintal T.V. Iodine deficiency and iodine deficiency diseases: the relevance of the problem of prevention and treatment in the Russian Federation. *Vserossiyskiy zhurnal dlya vrachey vseh spetsial'nostey*. 2010; (1): 5–28. (in Russian)