

Воздействие изменения климата на здоровье населения в России. Приоритетные направления адаптации (аналитический обзор)

Б. А. Ревич*

Представлен обзор исследований по оценке воздействия климатических изменений на здоровье населения. С учетом климатических особенностей различных регионов определены приоритетные задачи Национального плана адаптации к изменениям климата. К ним относятся: установление пороговых значений высоких температур на основе оценки рисков здоровью, в том числе психическому; создание системы наблюдений за содержанием аллергенной пыльцы растений и распространенностью аллергических заболеваний; разработка систем профилактики для работающих на открытых пространствах и в закрытых помещениях при аномально высокой температуре (оптимальные режимы труда и отдыха); совершенствование системы эпидемиологического надзора за климатозависимыми инфекционными заболеваниями, в том числе организация микробиологического мониторинга многолетних мерзлых грунтов. Для коренных малочисленных народов Арктики необходимы специальные планы адаптации.

Ключевые слова: изменение климата, экстремальные температуры, волны жары, острова жары, мегаполис, здоровье населения, смертность населения, заболеваемость.

DOI: 10.52002/0130-2906-2024-2-17-28

Введение

Изменение климата в XXI в. стало весьма существенным фактором риска здоровью населения, опередив по негативным последствиям некоторые другие факторы окружающей среды. В Шестом оценочном докладе Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) [49] раздел о здоровье населения в меняющемся климате значительно расширен по сравнению с аналогичным разделом в предыдущих докладах. После отбора публикаций по рассматриваемой проблеме список цитируемых источников к этому разделу составил 1740 статей и докладов. Проведенный экспертами МГЭИК анализ этих материалов демонстрирует увеличение числа исследований, позволяющих с высокой степенью достоверности оценить влияние изменения климата на здоровье различных групп населения в разных регионах мира, что дает возможность определить приоритетные направления дальнейших работ.

* Институт народнохозяйственного прогнозирования Российской академии наук; e-mail: brevich@yandex.ru (Ревич Борис Александрович).

В России такие исследования проводятся более 20 лет — определенным стимулом для них стала Всемирная конференция по изменению климата, проходившая в Москве в 2003 г. при поддержке ООН и других международных организаций, в том числе Всемирной организации здравоохранения. В том же году был опубликован первый обзор зарубежной литературы по проблеме воздействия климатических изменений на здоровье населения [28], и через год в Президиуме Российской академии медицинских наук прошел семинар “Изменение климата и здоровье населения России в XXI веке” с публикацией сборника статей по этой проблематике [10].

Основные климатические риски здоровью населения

С позиции популяционного риска из климатических факторов наибольшую опасность здоровью **представляют волны жары**, частота которых постепенно увеличивается. Например, на территории юга европейской части страны такие волны длительностью 5 дней и более наблюдаются после 2005 г. каждый год [3].

Экстремально высокая температура становится причиной избыточной смертности городского населения в различных странах мира, но преимущественно лиц старшего возраста с сердечно-сосудистыми заболеваниями и с ограниченной мобильностью. Волны жары в Западной Европе (2003, 2022 гг.), на европейской части России (2010 г.), в Индии (2015 г.) и Японии (2018 г.) привели к значительной избыточной смертности [47, 52]. В Шестом докладе МГЭИК подчеркиваются высокие риски здоровью при аномально высоких значениях температуры из-за растущей уязвимости населения (особенно в европейских странах из-за возрастания доли пожилого населения) и увеличения случаев экстремальной жары. Несмотря на уже хорошо изученную связь аномально высоких значений температуры и обострений сердечно-сосудистых заболеваний, существуют сложные взаимодействия индивидуальных реакций. В глобальном масштабе в настоящее время воздействие волн жары приводит к потерям 14,8 млрд человекодней в год [51].

Первые в России исследования по оценке воздействия потепления климата на показатели смертности населения в Твери и Москве были выполнены в начале 2000-х годов и подтвердили повышенную смертность в периоды высоких значений температуры. Более детально последствия аномальной жары на европейской части страны летом 2010 г. были изучены в Москве, Воронеже, Самаре ([14, 25, 32] и др. работы). Особенностью ситуации жаркого лета 2010 г. в Москве было сочетанное воздействие в течение почти всех 44 дней аномально высокой температуры и высокого уровня загрязнения атмосферного воздуха из-за пожаров торфяников и лесных массивов.

Дальнейшие исследования проводились по сопоставимым методикам и на сопоставимых периодах исследования (в среднем 16 лет) по городам, расположенным в разных климатических зонах и на различных территориях: на севере (Мурманск, Архангельск, Якутск, Магадан), юге (Астрахань, Волгоград, Краснодар, Ростов-на-Дону), в Красноярске с резко континентальным климатом и во Владивостоке с муссонным климатом [40].

Обобщение результатов этих исследований позволяет сделать выводы, что при высоких значениях температуры в наибольшей степени увеличивалась смертность от ишемической болезни сердца и от инсультов во всех четырех южных городах, а также в Москве. Предположение, что жители южных городов адаптированы к высоким температурам, не подтвердилось, но в них относительный прирост смертности выражен в меньшей степени, чем в северных городах. Наиболее уязвимыми к климатическим рискам оказались жители субарктических и арктических регионов, так как они менее адаптированы к волнам жары и обычно проживают в условиях менее развитой социальной инфраструктуры, затрудняющей приспособление к изменению климата. Следует отметить, что и в небольших городах возможно формирование островов жары — это показано при микроклиматическом зонировании г. Надым [13].

Для ряда городов России выявлены и обоснованы связи между числом обращений за экстренной медицинской помощью, общей смертностью и смертностью от отдельных причин (заболевания системы кровообращения, органов дыхания, пищеварения, нервной системы, травмы, утопления и самоубийства), с одной стороны, и температурой воздуха в летний период — с другой. В Москве минимум общей смертности находится в интервале значений температуры от -20 до 20 °C, и эффект “высоких” температур проявляется достаточно быстро, так как самая сильная зависимость смертности от температуры имеет нулевой лаг [26]. Порог, при котором в Москве происходит достоверный быстрый рост смертности, — среднесуточная температура $23,6$ °C. Для сравнения: температурный порог жары в Архангельске составил 17 °C для возрастной группы 65+ и $17,8$ °C для группы от 30 до 63 лет [6], в Афинах — выше 30 °C, в Хельсинки $23,6$ °C [45].

Более подробно такие ситуации в российских городах, расположенных в различных климатических зонах, описаны в монографиях [27, 39] и оценочных докладах Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации [37]. Определенное снижение избыточной смертности при волнах жары возможно при внедрении систем предупреждения о наступлении сильной жары [54]. Этому также будет способствовать одновременное использование комплекса профилактических мер со стороны местных властей. К 2025 г. Европейский центр среднесрочных прогнозов погоды планирует подготовить оперативную модель с шагом сетки 2 км. Такая сеть позволит получить прогнозы погоды в мегаполисах по десяткам и сотням территориальных единиц, например в Москве в пределах Московской кольцевой дороги по 220 точкам [7].

Еще одна профилактическая мера во время жары — корректировка схем лечения сердечно-сосудистых заболеваний, так как прием диуретиков и бета-блокаторов в этот период может привести к снижению адаптационной устойчивости людей с такими диагнозами. Следует отметить, что даже короткие волны жары продолжительностью 3—5 дней (без которых практически не обходится ни одно московское лето) приводят к увеличению числа осложнений у больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями в 4,5 раза, поэтому кардиологи разработали систему профилактики таких осложнений [35], а также схемы профилактического медикаментозного ле-

чения препаратами с адаптогенными свойствами: мельдонием, солями калия и магния и т. д. [1, 36]. Очевидна необходимость утверждения Минздравом научно обоснованных методических рекомендаций для работников здравоохранения по профилактике осложнений сердечно-сосудистых заболеваний и в целом по наблюдению за наиболее уязвимыми группами населения, а также способов информирования населения о питьевом режиме, особенностях питания во время жары (отказ от жирной пищи), правилах пользования кондиционером и других мерах профилактики.

В индустриально развитых городах с металлургической, химической и другими видами промышленности негативные последствия волн жары для здоровья сочетаются с воздействием повышенного уровня загрязнения атмосферного воздуха. С позиции оценки внешних рисков для здоровья именно этот фактор является ведущим. Согласно глобальным оценкам рисков избыточной смертности населения от различных факторов, загрязнение атмосферного воздуха занимает четвертое место после высокого артериального давления, курения и недостаточного питания. Присутствие в воздухе мелкодисперсных взвешенных частиц и других загрязняющих веществ приводит к 6,67 млн случаев смерти в год от ишемической болезни сердца, инсульта, хронической обструктивной болезни легких и рака легких [48]. Ухудшение качества атмосферного воздуха в населенных пунктах нашей страны происходит от воздействия не только техногенных выбросов, но и массивных пожаров, число которых возрастает. К сожалению, из-за отсутствия первичных данных о среднесуточных концентрациях загрязняющих веществ во время пожаров невозможно рассчитать связанные с ними риски здоровью населения. Единственное исследование, содержащее такие сведения, касается ситуации в Москве жарким летом 2010 г. [32].

Во многих российских городах (Красноярске, Норильске, Новокузнецке, Кемерово и других) с развитой металлургической, химической, угольной и другими видами промышленности и энергетики возможен двойной — химический и термический — удар по здоровью населения. Кроме того, все большие риски здоровью возникают из-за пожаров лесных массивов, в результате которых происходит выброс в атмосферу взвешенных частиц, в том числе черного углерода. Число таких пожаров значительно увеличилось на территории севернее 60 с. ш. [20]. Масштабность пожаров в Якутии в 2022 г. привела к необходимости объявления чрезвычайной ситуации на ряде территорий этой республики, сообщалось о повышенном уровне загрязнения атмосферного воздуха взвешенными частицами, а их выпадение на белый снежный покров приводит к уменьшению альбедо и соответствующему ускорению таяния мерзлоты.

Второе приоритетное направление, требующее усиления профилактической работы в условиях потепления климата, — это эпидемические риски развития климатозависимых инфекционных заболеваний, рассмотренных в разделе 2.2.4 “Эпидемическая обстановка” Третьего оценочного доклада об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации [37]. В России выполнен ряд эпидемиологических исследований, доказывающих значимость температурного фактора для климатозависимых инфекционных заболеваний, в том числе клещевого энцефа-

лита, геморрагических лихорадок. Потепление климата оказывает влияние на частоту природно-очаговых заболеваний, изменяя условия существования популяций переносчиков и условия развития возбудителей в переносчиках. Эти факторы влекут за собой изменение возможностей передачи многих болезней человека и животных членистоногими переносчиками, прежде всего двукрылыми. При этом ареал определенных растений и животных продвигается как на север (на сотни километров), так и на большие высоты (на сотни метров). Ранними признаками реакции биологических систем на изменения климата являются наблюдаемые сдвиги в ареалах и в поведении ряда видов насекомых и птиц. Это ведет к значительным изменениям механизмов передачи инфекционных болезней такими переносчиками, как комары и клещи [18].

Наиболее детально изучено воздействие климатических факторов на распространенность лихорадки Западного Нила на юге России и клещевого энцефалита на севере. Также доказано продвижение крымской геморрагической лихорадки в северном направлении: она распространилась из Крыма на территорию Калмыкии, Ростовской и Волгоградской областей, и это произошло из-за сдвига границы ареала переносчика — клеща [4].

Ряд других природно-очаговых инфекций — иксодовый клещевой боррелиоз, геморрагическая лихорадка с почечным синдромом, туляремия и лептоспироз — также в значительной степени зависят от температурных условий, но достоверных исследований в этой области пока нет. В дальнейшем при потеплении климата возможно повышение эпидемической опасности этих заболеваний [19]. К климатозависимым нужно отнести и такое паразитарное заболевание, как дирофиляриоз, переносчиками которого являются комары, поэтому при потеплении климата можно ожидать роста числа случаев этого заболевания. Если тенденция роста температуры окружающей среды сохранится, передача дирофилярий станет возможной на больших, чем в настоящее время, северных территориях [46].

Третье приоритетное направление адаптации, связанное с потеплением климата, — профилактика негативного воздействия на здоровье аллергенной пыльцы, концентрация которой в воздухе увеличивается из-за постепенного перемещения в северном направлении некоторых видов растений и более раннего начала их цветения [53]. Из-за сильного ветра при грозах и ураганах увеличивается выброс аллергенной пыльцы, которая проникает в нижние респираторные пути, что может привести к увеличению частоты приступов бронхиальной астмы. Эффект воздействия зависит от вида пыльцы и степени ее аллергенности, размеров мелкодисперсных частиц и их химического состава, особенностей местного климата. Изменения аллергенной обстановки накладываются на уже существующий повышенный уровень аллергической заболеваемости детского населения (аллергический ринит, бронхиальная астма), причем рост заболеваемости бронхиальной астмой происходит не только среди детей, но и у взрослого населения [5]. На территориях, насыщенных аллергенными растениями (Кубань, Крым, Сочинский, Западнокавказский, Прискапийский и другие регионы), установлена связь среднегодовых значений температуры с числом видов аллергенных растений [9]. Для уменьшения рисков воздействия аллергенной пыльцы на здоровье необходима заблаговременная информация о наступлении сезона цветения.

Четвертое приоритетное направление — влияние экстремально высокой температуры на психическое здоровье. Во время жары на фоне повышенного потоотделения при неадекватном восполнении водного баланса возникают обезвоживание, нарушение микроциркуляции, происходит гемоконцентрация, провоцирующая тромбообразование с развитием инсультов. Это подтверждают данные о структуре смертности населения во время волн жары [38]. Вероятно, дегидратация также может усилить дисциркуляторную энцефалопатию, что приводит к определенным изменениям психического здоровья.

Пути воздействия климатических явлений на психическое здоровье разнообразны, сложны и взаимосвязаны с неклиматическими воздействиями, делающими человека уязвимым. В зависимости от этих и других факторов аномально высокие температуры могут привести к целому ряду возможных последствий для психического здоровья, включая тревогу, депрессию, самоубийство, злоупотребление психоактивными веществами и проблемы со сном. Например, обзор исследований по 19 странам [55] выявил достоверный повышенный риск самоубийства при высоких температурах, такие же результаты были получены и в Москве при анализе воздействия короткой волны жары в 2006 г. [34]. Летний рост алкогольных психозов коррелировал с ростом температуры, влажности воздуха и со снижением парциального давления атмосферного кислорода, однако объяснения этому явлению пока нет [23].

Крайне важны сведения о том, что изменения погоды и экологической ситуации особенно негативно могут повлиять на психическое здоровье малочисленных коренных народов, культура и благополучие которых обычно тесно связаны с местной окружающей средой. Отмечается рост числа случаев депрессии, злоупотребления психоактивными веществами или самоубийств, в том числе это обнаружено у народа саами в Финляндии [50]. Возможно, такие расстройства присутствуют и у коренных малочисленных народов российского Севера.

Пятое направление — исследования воздействия аномально высокой температуры на здоровье людей, работающих в условиях жаркого микроклимата в закрытых помещениях и на открытых пространствах. Профессиональная тепловая нагрузка у них проявляется обезвоживанием, снижением функции почек, утомляемостью, головокружением, спутанностью сознания, потерей концентрации внимания. Известны нарушения здоровья работающих в горячих цехах металлургических производств, горных шахтах — это такие физиологические изменения, как напряжение терморегуляции, ускоренное биологическое старение, изменение иммунного статуса, повышенная заболеваемость.

Например, в когортах рабочих сталелитейного производства, подвергавшихся воздействию повышенной температуры, выявлен высокий риск смерти от болезней артерий, артериол, капилляров и гипертонической болезни. Большой риск смерти от болезней сердечно-сосудистой системы характерен для лиц, начинающих работу на указанных производствах в возрасте после 40 лет [2]. Ретроспективное когортное исследование рабочих металлургического производства в г. Нижний Тагил при воздействии высоких температур на фоне тяжелого физического труда выявило повы-

шенный риск смертности от хронических бронхитов (95%-ный доверительный интервал (ДИ) равен 1,1—2,6) [8].

Основываясь на систематическом обзоре литературы, авторы исследования [44] оценивают глобальные издержки, связанные с потерями рабочего времени, вызванными жарой, в 280 млрд долл. США в 1995 г. и 311 млрд долл. США в 2010 г. При этом страны с низким и средним уровнем дохода и страны с более теплым климатом несут большие потери валового внутреннего продукта [44]. Другие оценки на глобальном уровне отмечают увеличение количества рабочих часов, потерянных из-за жары за период 2000—2018 гг.: в 2018 г. было потеряно 133,6 млрд потенциальных рабочих часов, что на 45 млрд часов больше, чем в 2000 г. [56].

В России научные исследования по этому направлению в последние годы не проводятся, но в 2021 г. Роспотребнадзор опубликовал краткие рекомендации для работающих в условиях повышенных температур воздуха по сокращению рабочего времени или перенесению работ во время жары на утреннее или вечернее время, питьевому режиму и особенностям питания (http://www.rosпотребнадзор.ru/about/info/news/new_details/_ID18125). Для работающих в холодное время на открытой территории или в неотапливаемых помещениях следует использовать Методические рекомендации Роспотребнадзора по режимам труда и отдыха [21].

Значительное место в Шестом докладе МГЭИК уделяется проблемам здоровья коренных малочисленных народов. В нашей стране это особенно актуально для Арктического макрорегиона, где более высокие температуры с увеличением числа циклов замерзания — оттаивания в зимний период означают увеличение числа транспортных происшествий среди коренных народов из-за более слабого льда на путях движения стад оленей, а также изменения снежного покрова. Затрудненный доступ к медицинскому обслуживанию в экстремальных погодных условиях представляет собой основной риск для здоровья коренных народов, проживающих в отдаленных районах Ненецкого автономного округа [43].

Климатические риски здоровью неравномерно распределены по территории страны: наиболее уязвимы Арктический макрорегион и аридные территории. Сопряженный анализ ежесуточных значений температуры и смертности от основных климатозависимых причин позволил определить риски от воздействия аномальных высоких и низких температур за 1999—2016 гг. для Мурманска, Архангельска, Якутска и Магадана. Относительный риск смертности оказался выше от воздействия коротких волн жары, чем от длительных волн. Возможное объяснение состоит в том, что во время длительных волн жары избыточная смертность компенсируется “эффектом жатвы” — краткосрочным снижением смертности в начале волны.

Относительный риск смертности от цереброваскулярных заболеваний (преимущественно инсультов) выше, чем от инфарктов. Прирост всей естественной смертности несколько меньше увеличения смертности от инфарктов и инсультов, а относительный риск смертности от внешних причин статистически достоверен только для возрастной группы 30—64 лет. Сравнение информативности использования эффективной и обычной температуры выявил более тесную связь с показателями смертности обычной температуры [30, 31]. Воздействие температурных волн более явственно

проявлялось в Архангельске и Якутске — городах с континентальным климатом, чем в Мурманске и Магадане — с морским климатом. Относительный риск избыточной смертности от цереброваскулярных заболеваний был выше во время жары в Якутске — 1,69 (95%-ный ДИ: 1,34—2,13) и во время волн холода в Архангельске — 1,54 (95%-ный ДИ: 1,18—2,01) по смертности от болезней органов дыхания [41].

Воздействие температурных волн на здоровье населения в Арктическом макрорегионе происходит на фоне постоянной убыли населения и дефицита врачебных кадров [29]. Летальный исход — конечная точка нездоровья человека, но для населения Арктического макрорегиона характерны преморбидные состояния (т. е. предболезни). Это доказано с помощью современных методов оценки состояния адаптационного потенциала коренных жителей и пришлого населения нескольких улусов Республики Саха (Якутия) и г. Анадырь на Чукотке. Выявленные значительные психоэмоциональные перегрузки могут привести к формированию различных заболеваний [16]. В другой климатической зоне — во Владивостоке с морским муссонным климатом — происходящее потепление климата может привести к еще более значительным нарушениям функций внешнего дыхания и, соответственно, к увеличению заболеваемости не только людей с болезнями дыхания, но и практических здоровых [17].

Потепление климата в Арктическом макрорегионе привело к разрушению многолетней мерзлоты — с этим связаны многие риски здоровью как коренного, так и пришлого населения. Количественная оценка этих рисков достаточно проблематична, но по некоторым из них это уже сделано. Так, анализ данных о числе сибиреязвенных скотомогильников, тенденциях повышения среднелетних значений температуры и плотности населения позволил разработать два коэффициента относительной опасности вероятности вспышек сибирской язвы на территориях 70 районов Арктического макрорегиона. Наибольший популяционный риск характерен для городских округов, поскольку в них плотность населения гораздо выше, чем на других территориях. Результаты этого исследования могут помочь в постановке приоритетов при разработке профилактических мероприятий на эндемичных по сибирской язве арктических и субарктических территориях [33].

Значительное место в Шестом докладе МГЭИК занимает прогноз последствий потепления климата в целом для населения всей Земли и отдельных регионов. В России подобные сопряженные исследования ежегодных показателей температуры и смертности от основных причин выполнены совместно с Главной геофизической обсерваторией им. А. И. Воейкова по трем городам: Мурманску, Архангельску и Якутску. Суточные температурные аномалии, ожидаемые к середине и концу XXI в., были определены по ансамблевым расчетам региональной климатической модели. При ожидаемом потеплении климата к 2090—2099 гг. произойдет достоверное снижение “зимней смертности” от всех причин на 3,1—4,5% [42].

Эта же сценарная модель использовалась при оценке влияния изменений климата на уровень заболеваемости и смертности населения от сердечно-сосудистых заболеваний в Ленинградской области. Анализ метеоданных позволил выполнить кластерный анализ по районам и показать

усиление волн жары к концу XXI в. и повышение уровня смертности от этих болезней [11]. Действительно, уже в наше время на Севере (в Норильске и Красноярске) наблюдается повышение температуры воздуха при уменьшении скорости ветра и увеличении влажности. В Красноярске и Норильске период, связанный с риском холодового воздействия, уменьшился на месяц [22].

Оценка воздействия климатических изменений на здоровье, образ жизни, ведение хозяйственной деятельности малочисленных народов — одно из основных ключевых положений раздела “Здоровье” в Шестом докладе МГЭИК. Это действительно очень важная задача, особенно по отношению к малочисленным народам Севера в Арктическом макрорегионе. Определенные знания о воздействии потепления климата на коренные народы Севера получены при опросе жителей Чукотки, которые сообщили об увеличении количества случаев травматизма из-за истончения льда, о трудностях промысла морских животных, нарушениях традиционных путей миграции оленей и других проблемах. Естественно, для мест проживания коренных народов Севера необходим специфический план адаптации к климатическим изменениям. Для жителей Ловозера Мурманской области удалось создать такие планы на 3 года и на 10 лет [15]. Также в работе [15] были выявлены проблемы недостаточности адаптации к летним повышенным температурам, а также к сильным снегопадам и гололеду; к занятиям оленеводством из-за увеличения численности кровососущих насекомых; к воздействию волн жары и повышенному уровню загрязнения атмосферного воздуха из-за деятельности горно-обогатительных комбинатов.

Потепление климата на Севере также несет реальную угрозу температурному режиму ледников, угрозу инфицирования продуктов питания и возникновения кишечных инфекций. Например, на Чукотке температура в леднике повысилась и в нем обнаружили бактерии — возбудители иерсиниозов, представляющие опасность загрязнения коренных народов через продукты питания [12, 24].

Результаты приведенных исследований могут быть использованы при разработке моделей прогнозов распространения климатозависимых инфекционных заболеваний, а также рекомендаций по планированию мер адаптации с целью предотвращения избыточной смертности, заболеваемости и других изменений здоровья и работоспособности, связанных с воздействием аномально высоких и низких температур. Особенно это актуально для наиболее уязвимых групп населения с учетом временных лагов между воздействием аномальных температур и последствиями для здоровья.

Литература

1. Агеев Ф. Т., Смирнова М. Д., Галанинский П. В. Оценка непосредственного и отсроченного воздействия аномально жаркого лета 2010 г. на течение сердечно-сосудистых заболеваний в амбулаторной практике. — Терапевтический архив, 2012, № 8, с. 45—51.
2. Афанасьева Р. Ф., Суворов Г. В. Интегральная оценка комплекса факторов, обуславливающих термическую нагрузку на работающих. — Медицина труда и промышленная экология, 2002, № 8, с. 9—15.

3. Бардин М. Ю., Платова Т. В., Попов И. О. Крупномасштабные летние волны тепла на юге Европейской России. — Метеорология и гидрология, 2023, № 1, с. 5—17.
4. Бутенко А. М., Ларичев В. Ф. Влияние климата на активность и распространение очагов крымской геморрагической лихорадки (КГЛ) в северной части ареала вируса КГЛ. /В сб.: Изменение климата и здоровье России в XXI веке. Сборник материалов международного семинара. — М., АдамантЪ, 2004, с. 134—138.
5. Быстрицкая Е. В., Биличенко Т. Н. Обзор общей заболеваемости населения Российской Федерации бронхиальной астмой. — Пульмонология, 2022, № 32 (5), с. 661—660; doi: 10.18093/0869-2022-32-5-651-660.
6. Варакина Ж. Л., Юрасова Е. Д., Ревич Б. А. и др. Влияние температуры воздуха на смертность населения Архангельска в 1999—2008 годах. — Экология человека, 2011, № 6, с. 28—36.
7. Вильфанд Р. М., Киктев Д. Б., Ривин Г. С. На пути к прогнозу погоды для мегаполисов. /В сб.: Сборник тезисов докладов международной конференции, посвященной столетию со дня рождения академика А. М. Обухова, “Турбулентность, динамика атмосферы и климата”. — Долгопрудный, Физматкнига, 2018, с. 7.
8. Головкова Н. П., Лескина Л. М., Яковлева Т. П. Роль эколого-эпидемиологического исследования в системе социально-гигиенического мониторинга. — Медицина труда и промышленная экология, 2003, № 5, с. 23—28.
9. Дикарева Т. В., Румянцев В. Ю., Солдатов М. С., Малхазова С. М. Опасные для здоровья человека растения аридных и семиаридных биомов России. — Аридные экосистемы, 2022, т. 28, № 1 (90), с. 80—90.
10. Измеров Н. Ф., Ревич Б. А., Коренберг Э. И. Изменения климата и здоровье населения России в XXI веке. — Медицина труда и промышленная экология, 2005, № 4, с. 1—6.
11. Ключева М. В., Школьник И. М., Рудакова Ю. Л., Павлова Т. В., Ефимов С. В., Катцов В. М. Влияние климата на сердечно-сосудистые болезни и связанную с ними смертность в Ленинградской области по данным наблюдений и сценарным прогнозам на середину и конец XXI века. — Метеорология и гидрология, 2021, № 5, с. 89—113.
12. Комова Н. Н., Маслаков А. А. Мониторинг теплового состояния подземных хранилищ Восточной Чукотки. В сб.: Вторая российская научная конференция “Мониторинг состояния и загрязнения окружающей среды. Экосистемы и климат Арктической зоны”. 22—27 ноября 2020 г. — М., Институт глобального климата и экологии, 2020, с. 236—239.
13. Константинов П. И., Варенцов М. И., Грищенко М. Ю., Самсонов Т. Е., Шартова Н. В. Оценка термического стресса в арктическом городе в летний период. — Арктика: экология и экономика, 2021, т. 11, № 2, с. 219—231; doi: 10.25283/2223-4594-2021-2-219-231.
14. Куропат С. А. Региональные особенности и прогнозные оценки влияния климатических изменений на здоровье населения Центрального Черноземья. /В сб.: Региональные эффекты глобальных изменений климата (причины, последствия, прогнозы): Материалы международной научной конференции (г. Воронеж, 26—27 июня 2012 г.). — Воронеж, Научная книга, 2012, с. 403—409.
15. Липка О. Н., Данилов А. Ф., Совкина В. В., Суляндзига Р. В., Вронский Н. В. Планирование адаптации к изменениям климата для коренных народов на примере села Ловозеро (Мурманская область). /В сб.: Вторая российская научная конференция “Мониторинг состояния и загрязнения окружающей среды. Экосистемы и климат Арктической зоны”, 22—27 ноября 2020 г. — М., Институт глобального климата и экологии, 2020, с. 205—210.
16. Лозовская С. А., Косолапов А. Б., Изергина Е. В. Территориальные особенности адаптации населения Восточной Арктики России. — Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований, 2021, № 12, с. 94—99.
17. Лозовская С. А., Погорелов А. Р., Цицишвили Г. Ш., Радченкова Т. В., Изергина Е. В., Веремчук Л. В., Минеева Е. Е., Виткина Т. И., Гвозденко Т. А., Сидлецкая К. А., Голохвват К. С. Региональные особенности формирования заболеваний органов дыхания в условиях юга Дальнего Востока России (Приморский край). — Здоровье. Медицинская экология. Наука, 2018, № 3, с. 77—84; doi: 10.5281/zenodo.1488042.
18. Малеев В. В. Климатозависимые инфекционные болезни человека. /В кн.: Изменение климата и здоровье: оценки, индикаторы, прогнозы. Под ред. Б. А. Ревича, А. О. Кокорина. — М., ИНП РАН, 2019, с. 110—140.
19. Малхазова С. М., Миронова В. А., Башмакова И. Х. Природноочаговые в Арктике в условиях меняющегося климата. — Вестник Московского университета. Серия 5. География, 2022, № 1, с. 43—57.

20. Маслобоев В. А., Ключникова Е. М. Влияние микрочастиц черного углерода на здоровье населения и климат арктических регионов. — Арктика 2023: актуальные вопросы, проблемы, решения, 2022, № 2 (10), с. 32—45.
21. МР 2.2.7.2129-06. 2.2.7. Физиология труда и эргономика. Режимы труда и отдыха работающих в холодное время на открытой территории или в неотапливаемых помещениях. Методические рекомендации (утв. главным государственным санитарным врачом РФ 19.09.2006).
22. Нарутдинов Д. А., Рахманов Р. С., Богомолова Е. С., Разгулин С. А., Потехина Н. Н. Оценка риска здоровью по показателям холодового воздействия на территориях с различными типами климата. — Медицина труда и экология человека. Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека Роспотребнадзора, 2021, № 3 (27), с. 109—121.
23. Немцов А. В., Ревич Б. А., Савельев Д. В., Клепиков П. Н. Алкогольные психозы и погодные условия в Москве в 2005—2011 годах. — Вопросы наркологии, 2013, № 2, с. 16—26.
24. Неустроев М. П., Тарабукина Н. П., Максимова А. Н., Степанов К. М., Степанова А. М. Микробиота и санация подземных ледников при хранении продуктов питания. — Якутский медицинский журнал, 2019, № 1 (65), с. 79—82.
25. Ревич Б. А. Волны жары, качество атмосферного воздуха и смертность населения Европейской части России летом 2010 года: результаты предварительной оценки. — Экология человека, 2011, № 7, с. 3—9.
26. Ревич Б. А. О необходимости защиты здоровья населения от климатических изменений. — Гигиена и санитария, 2009, № 5, с. 60—64.
27. Ревич Б. А., Малеев В. В. Изменения климата и здоровье населения России: Анализ ситуации и прогнозные оценки. — М., ЛЕНАНД, 2022, 210 с.
28. Ревич Б. А., Малеев В. В. Потепление климата — возможные последствия для здоровья населения России. /В сб.: Климатические изменения: взгляд из России. Под ред. В. И. Данилова-Данильяна. — М., ТЕИС, 2003, с. 99—137.
29. Ревич Б. А., Харькова Т. Л., Кваша Е. А. Динамика, структура и особенности смертности трудоспособного населения Арктического макрорегиона. — Анализ риска здоровью, 2023, № 1, с. 13—26; doi: 10.21668/health.risk/2023/1/02.
30. Ревич Б. А., Шапошников Д. А. Волны холода в южных городах европейской части России и преждевременная смертность населения. — Проблемы прогнозирования, 2016, № 2, с. 125—131.
31. Ревич Б. А., Шапошников Д. А., Анисимов О. А., Белолуцкая М. А. Волны жары и холода в городах, расположенных в Арктической и субарктической зонах, как факторы риска повышения смертности населения на примере Архангельска, Мурманска и Якутска. — Гигиена и санитария, 2018, № 9, с. 791—799; doi: 10.18821/0016-9900-2018-97-9-791-798.
32. Ревич Б. А., Шапошников Д. А., Першаген Г. Новая эпидемиологическая модель по оценке воздействия аномальной жары и загрязненного атмосферного воздуха на смертность населения (на примере Москвы 2010 г.). — Профилактическая медицина, 2015, № 5, с. 15—19.
33. Ревич Б. А., Шапошников Д. А., Раичич С. Р., Сабурова С. А., Симонова С. А. Зонирование административных районов Российской Арктики по степени опасности разрушения скотомогильников в результате деградации многолетней мерзлоты. — Анализ риска здоровью, 2021, № 1, с. 115—125; doi: 10.21668/health.risk/2021.1.12.
34. Ревич Б. А., Шапошников Д. А., Семутникова Е. Г. Климатические условия и качество атмосферного воздуха как факторы риска смертности населения Москвы в 2000—2006 гг. — Медицина труда и промышленная экология, 2008, № 9, с. 29—35.
35. Смирнова М. Д., Агеев Ф. Т., Свирида О. Н., Коновалова Г. Г., Тихазе А. К., Ланкин В. З. Влияние летней жары на состояние здоровья пациентов с умеренным и высоким риском сердечно-сосудистых осложнений. — Кардиоваскулярная терапия и профилактика, 2013, т. 12, № 4, с. 56—61; doi: 10.15829/1728-8800-2013-4-56-61.
36. Смирнова М. Д., Свирида О. Н., Виценя М. В., Михайлов Г. В., Агеев Ф. Т. Эффективность российских медико-санитарных рекомендаций по саногенному поведению в условиях аномальной жары. — Кардиология, 2015, № 5, с. 66—71; doi: https://dx.doi.org/10.18565/cardio.2015.5.66-71.
37. Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. — СПб, Наукоемкие технологии, 2022, 600 с.
38. Чазов Е. И., Бойцов С. А. Влияние аномального повышения температуры воздуха на смертность населения. — Терапевтический архив, 2012, № 1, с. 29—36.

39. **Человек** в мегаполисе: опыт междисциплинарного исследования. — М., ЛЕНАНД, 2018, 640 с.
40. **Шапошников Д. А., Ревич Б. А.** О некоторых подходах к вычислению рисков температурных волн для здоровья. — Анализ риска здоровью, 2018, № 1, с. 22—31.
41. **Шапошников Д. А., Ревич Б. А.** Температурные волны жары/холода и избыточная смертность населения в 4 городах Арктического макрорегиона. — Экология человека, 2023, № 4, с. 287—300.
42. **Шапошников Д. А., Ревич Б. А., Школьник И. М.** Сценарные оценки потепления климата и смертности населения российских приарктических городов в XXI веке. — Анализ риска здоровью, 2019, № 4, с. 37—49.
43. **Шартова Н. В., Грищенко М. Ю., Ревич Б. А.** Оценка территориальной доступности медицинских учреждений по открытым данным на примере Архангельской области. — Социальные аспекты здоровья населения, 2019; Vestnik.mednet.ru/content/view/1114/27/lang.ru.
44. **Borg M. A. et al.** Occupational heat stress and economic burden: A review of global evidence. — Environ. Res., 2021, vol. 195; doi: 10.1016/j.envres.2021.110781.
45. **D'Ippoliti D., Michelozzi P., et al.** The impact of heat waves on mortality in 9 European cities: Results from the EuroHEAT project. — Environ. Health, 2010, vol. 9, No. 37; <http://www.ehjournal.net/content/9/1/37>.
46. **Genchi C., Rinaldi L., Mortarino M., Genchi M., and Cringoli G.** Climate and Dirofilaria infection in Europe. — Veterinary Parasitology, 2009, vol. 163, No. 4, pp. 286—292.
47. **Hayashida K., Shimizu K., and Yokota H.** Severe heatwave in Japan. — Acute Med. Surg., 2019, vol. 6, No. 2, pp. 206—207; doi: 10.1002/ams2.387.
48. **Health Effects Institute.** State of Global Air 2020. Special Report. — Boston, MA, Health Effects Institute, 2020; <https://www.stateofglobalair.org/sites/default/files/documents/2020-10/soga-2020-report.pdf>.
49. **IPCC, 2022:** Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. /H.-O. Portner, D. C. Roberts, M. Tignor, E. S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegria, M. Craig, S. Langsdorf, S. Loschke, V. Moller, A. Okem, and B. Rama (eds.). — Cambridge, UK and New York, NY, USA, Cambridge University Press, 3056 p.; doi: 10.1017/9781009325844.
50. **Jaakkola J. J. K., Juntunen S., and Nakkalajarvi K.** The holistic effects of climate change on the culture, well-being, and health of the Saami, the only indigenous people in the European Union. — Curr. Environ. Health Rep., 2018, vol. 5, No. 4, pp. 401—417; doi: 10.1007/s40572-018-0211-2.
51. **Jones B. et al.** Avoiding population exposure to heat-related extremes: Demographic change vs climate change. — Climate Change, 2018, vol. 146, No. 3—4, pp. 423—437; doi: 10.1007/s10584-017-2133-7.
52. **McGregor G. R., Bone A., and Pappenberger F.** Meteorological risk: Extreme temperatures. /In: Science for Disaster Risk Management 2017; Knowing Better and Losing Less. — Luxembourg, Publications Office of the European Union, 2017.
53. **Nosova M., Lisitsyna O., Volkova O. A., and Severova E.** Variations in pollen deposition of the main taxa forming the land cover along a NW–SE transect in European Russia: Results of a ten year Tauber trap monitoring period. — Vegetation History and Archaeobotany, 2020, vol. 29, No. 4, pp. 1—18; doi: 10.1007/s00334-020-00775-1.
54. **Sheridan S. and Allen M.** Temporal trends in human vulnerability to excessive heat. — Environ. Res. Lett., 2018, vol. 13; doi: 10.1088/1748-9326/aab214.
55. **Thompson R., Hornigold R., Page L., and Waite T.** Associations between high ambient temperatures and heat waves with mental health outcomes: A systematic review. — Public Health, 2018, vol. 161, pp. 171—191; doi: 10.1016/j.puhe.2018.06.008.
56. **Watts N. et al.** The 2019 report of The Lancet Countdown on health and climate change: Ensuring that the health of a child born today is not defined by a changing climate. — The Lancet, 2019, vol. 394 (10211), pp. 1836—1878; doi: 10.1016/s0140-6736(19)32596-6.