

Влияние природно-климатических факторов на людей, проживающих в различных климатических условиях

О.В. Александрова, А.Д. Афанасьева, Ю.И. Рагино

*НИИ терапии и профилактической медицины –
филиал ФИЦ Институт цитологии и генетики СО РАН
630089, г. Новосибирск, ул. Бориса Богаткова, 175/1*

Резюме

В статье представлен обзор литературы, посвященной анализу влияния природно-климатических факторов на организм человека. Проанализировано влияние таких параметров, как температура окружающей среды, включая воздействие жары и холода, а также колебания атмосферного давления и уровня влажности. В ряде исследований продемонстрировано значимое влияние как повышения, так и понижения температуры окружающей среды относительно комфортных показателей, а также установлена корреляция с атмосферным давлением и влажностью. Рассмотрены эффекты данных факторов на функционирование сердечно-сосудистой, дыхательной и нервной систем. Описано воздействие экстремальных погодных условий, при которых адаптационные процессы организма могут быть нарушены, что может приводить к окислительному стрессу, нарушать реологические свойства крови, провоцировать вазоспазм или вазодилатацию (код по МКБ-10 I73.9), а также бронхообструктивный синдром (код по МКБ-10 J44). В зависимости от колебаний относительной влажности и атмосферного давления изменяется ионный состав воздуха, оказывая влияние на организм человека. Природно-климатические факторы могут выступать в качестве триггера для обострения хронических заболеваний. В заключение определяется вектор возможных действий для предотвращения возникновения серьезных последствий для граждан, системы здравоохранения и экономики страны.

Ключевые слова: природно-климатические факторы, адаптация, терморегуляция, болезни органов кровообращения, кардиореспираторная система.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Статья выполнена в рамках бюджетной темы «Формирование когорт населения для изучения механизмов и особенностей жизненного цикла человека в российской популяции», 2025–2027 гг. (FWNR-2025-0001).

Автор для переписки. Александрова О.В., e-mail: olgav_aleks@mail.ru

Для цитирования. Александрова О.В., Афанасьева А.Д., Рагино Ю.И. Влияние природно-климатических факторов на людей, проживающих в различных климатических условиях. *Сиб. науч. мед. ж.* 2025;45(2):6–18. doi: 10.18699/SSMJ20250201

The influence of natural and climatic factors on people living under different climatic conditions

O.V. Aleksandrova, A.D. Afanaseva, Yu.I. Ragino

*Research Institute of Internal and Preventive Medicine –
Branch of the Federal Research Center Institute of Cytology and Genetics of SB RAS
630089, Novosibirsk, Borisa Bogatkova st., 175/1*

Abstract

The article presents a review of the literature devoted to the analysis of the influence of natural and climatic factors on the human body. We analyzed the influence of parameters such as ambient temperature, including the effects of heat and cold, as well as fluctuations in atmospheric pressure and humidity levels. A number of studies have demonstrated a significant impact of both increase and decrease in ambient temperature relative to comfort level, and a correlation

with atmospheric pressure and humidity has been established. The effects of these factors on the functioning of the cardiovascular, respiratory and nervous systems were considered. Extreme weather can disrupt the body's adaptive processes, leading to oxidative stress, altered blood rheology, vasospasm or vasodilation, and bronchoconstriction. Depending on fluctuations in relative humidity and atmospheric pressure, the ionic composition of the air may change, affecting the human body. Natural and climatic factors can act as a trigger for the exacerbation of chronic diseases. In conclusion, the vector of possible actions is determined to prevent the occurrence of serious consequences for citizens, the health system, and the economy of the country.

Key words: natural and climatic factors, adaptation, thermoregulation, cardiovascular diseases, cardiorespiratory system.

Conflict of interest. The authors declare that there is no conflict of interest.

Financing. The article is carried out within the framework of the budget topic "Formation of population cohorts to study the mechanisms and features of the human life cycle in the Russian population", 2025–2027 (FWNR-2025-0001).

Correspondence author. Aleksandrova O.V., e-mail: olgav_aleks@mail.ru

Citation. Aleksandrova O.V., Afanaseva A.D., Ragino Yu.I. The influence of natural and climatic factors on people living under different climatic conditions. *Sibirskij nauchnyj medicinskij zhurnal* = *Siberian Scientific Medical Journal*. 2025;45(2):6–18. [In Russian]. doi: 10.18699/SSMJ20250201

Введение

Человек постоянно испытывает влияние климатических факторов. В ответ на воздействие различных температурных режимов могут возникать как положительные, так и отрицательные реакции организма. Немаловажным аспектом является место проживания человека, которое, в свою очередь, определяется климатическим поясом. На территории Российской Федерации климатические зоны располагаются в направлении с севера на юг в следующей последовательности: арктическая, субарктическая, умеренная и частично субтропическая. Арктический пояс расположен в самой северной части страны и граничит с областью арктических пустынь. В этой зоне господствуют холодные арктические воздушные массы, которые создают область высокого атмосферного давления. Климат в данном регионе крайне суров и местами малопригоден для жизни. Субарктический климатический пояс представляет собой промежуточную зону между арктическим и умеренным поясами. В течение года здесь происходит чередование воздушных масс, характерных для арктических и умеренных широт. Зимы в этом регионе отличаются низкими температурами окружающей среды и малым количеством снега, в то время как лето характеризуется прохладной и часто ветреной погодой.

Умеренный климатический пояс занимает обширную территорию страны. Здесь преобладают воздушные массы умеренных широт, и климатические условия меняются в зависимости от направления движения: с севера на юг температура и сухость воздуха увеличиваются, а с запада на восток годовое количество осадков уменьшается. По мере продвижения с севера на юг формируются различные зональные типы климата:

различаются различные зональные типы климата: тайги, смешанных лесов, лесостепей и степей, полупустынь умеренного пояса, а также муссонный климат смешанных лесов Дальнего Востока. Субтропический пояс отличается изменчивостью воздушных масс в зависимости от сезона: в зимний период здесь царит теплая и влажная погода с положительными температурами, лето же, напротив, характеризуется жаркой и сухой погодой. В рамках субтропического климатического пояса можно выделить два подтипа: сухие и влажные субтропики [1]. Помимо этого в рассматриваемых климатических поясах эпизодически могут происходить экстраординарные явления, такие как природные катаклизмы. ВОЗ прогнозирует, что в период с 2030 по 2050 г. определенные последствия изменения климата приведут к увеличению смертности примерно на 250 тыс. человек в год [2].

Кроме ущерба, наносимого инфраструктуре, экстремальные погодные условия и стихийные бедствия могут иметь серьезные последствия для здоровья и благополучия людей, а также для системы здравоохранения в целом. Люди могут столкнуться с различными физическими воздействиями, такими как тепловое истощение вследствие аномально жаркой погоды или же обморожения, причиной которых стали экстремально низкие температуры, травмы, полученные во время сильных штормов и землетрясений, а также поражение бронхолегочной системы или иные инфекционные заболевания, вызванные плесневыми грибами и бактериями, размножившимися в результате наводнений и перепадов температур, обострение хронических неинфекционных заболеваний (ХНИЗ). В том числе существует риск

долгосрочных последствий для психического здоровья [3–5].

С 1963 по 2012 г. в США зафиксировано 2544 смерти (примерно 50 человек в год), непосредственно вызванных воздействием циклонов. Эти случаи включали в себя утопление в результате наводнений, вызванных штормовым приливом или сильными ливнями, а также имеются данные о физических травмах, полученных в результате падения обломков, переносимых воздушными потоками [6]. В 2022 г., согласно данным, представленным в государственном докладе Министерства РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям (ЧС) и ликвидации последствий стихийных бедствий, в результате ЧС пострадали 235 274 человека, из которых 134 362 (57,1 %) – вследствие природных ЧС, число погибших в результате ЧС составило 199 человек [7].

В будущем прогнозируется сохранение тенденции к увеличению числа обострений ХНИЗ вследствие климатических изменений. Эти перемены будут приводить к дальнейшему загрязнению окружающей среды, обострению ситуации с продовольственным обеспечением в мировом масштабе и учащению природных катаклизмов [8, 9].

Механизмы воздействия природно-климатических факторов на организм человека

Температурный фактор

Какие же механизмы задействованы в процессах адаптации нашего организма под влиянием климатических составляющих, таких как колебания температуры (холод или жара), влажности и атмосферного давления? Терморегуляция представляет собой сложный процесс, который осуществляется посредством взаимодействия двух основных механизмов – теплообразования и теплоотдачи, он контролируется нейроэндокринной системой и подразделяется на химическую и физическую терморегуляцию. У человека наблюдается интенсификация теплообразования вследствие повышения скорости метаболизма. Особенно ярко это проявляется, когда температура окружающей среды опускается ниже комфортной. Физическую терморегуляцию можно представить как процесс, в ходе которого организм регулирует отдачу тепла, играющий ключевую роль в поддержании температурного гомеостаза организма, особенно в условиях воздействия повышенных температур окружающей среды [10]. Химическая терморегуляция осуществляется на клеточном уровне в результате окисления белков,

жиров и углеводов. Согласно данным исследования «Глобальное бремя болезней, травм и факторов риска» (GBD), проведенного в 2019 г., холод и жара занимают десятое место в списке основных причин, приводящих к летальному исходу по всему миру [11].

Высокие температуры

Высокие температуры довольно неоднозначно действуют на тело человека. По данным исследования GBD 2019 г., они представляет собой один из наиболее хорошо описанных факторов окружающей среды, влияющих на здоровье человека, на который приходится 11,7 млн потерянных лет здоровой жизни во всем мире [11]. Воздействие увеличения температуры окружающей среды осуществляется через изменения тонуса кровеносных сосудов различного калибра, системы гемостаза, а также характеризуется повышением уровня биомаркеров воспаления [8]. При повышении температуры тела наблюдается рефлекторное сужение легочных сосудов, учащение сердцебиения и снижение артериального давления, что в свою очередь стимулирует дыхательный центр, вызывая поверхностное и учащенное дыхание, таким образом увеличивая теплоотдачу [12]. Этот процесс физиологичен для организма и выступает в качестве защитного механизма от перегрева.

Экстремально высокая температура окружающей среды приводит к усилению потоотделения и потери водной фракции внеклеточной жидкости без потери белка, конечной точкой является развитие дегидратации. Патолофизиологический каскад состоит из следующих звеньев: снижается объем циркулирующей крови и, как следствие, начинает падать артериальное давление (АД), что приводит к нарушению реологических свойств крови (усилению ее вязкости), уменьшается сердечный выброс и начинает страдать микроциркуляторное русло с развитием гипоперфузии и ишемии внутренних органов. Более чувствительны к ишемии головной мозг и почки. Клинически это проявляется в виде неврологической симптоматики и электролитного дисбаланса (потеря калия, натрия и кальция). Недостаток макроэлементов приводит к развитию коронарной патологии в виде аритмий. Вследствие гипоперфузии и нарушения реологических свойств крови возникают ишемия миокарда, тромбоэмболические осложнения и, как следствие, ишемический инсульт [13, 14].

Помимо прямого воздействия высоких температур необходимо также учитывать и косвенное влияние жары, такое как интенсификация распространения инфекционных заболеваний, воз-

никновение засух и пожаров, снижение урожайности и, как следствие, угроза голода.

Низкие температуры

Холод представляет собой один из экстремальных и стрессовых факторов, к которому организм человека вынужден адаптироваться, мобилизуя комплекс биологических систем и инициируя физиологические приспособительные реакции. Подобно высоким температурам, холод может оказывать на организм прямое и косвенное воздействие. Процесс адаптации к низким температурам заключается в изменении регуляции сердечно-сосудистой (ССС) и нервной систем. Механизм действия низких температур реализуется через возбуждение симпатической части автономной нервной системы, рефлекторно ограничивая теплоотдачу и усиливая теплопродукцию, что вызывает повышение мышечного тонуса (дрожь), вазоконстрикцию, и, как следствие, увеличение АД [10]. Изменения происходят и на клеточном уровне в виде усиления гемоконцентрации, тромбоцитоза и эритроцитоза, увеличении содержания общего холестерина и его фракций, а также фибриногена [15–18].

Косвенное влияние низкой температуры сопряжено с ростом инфекционных заболеваний в осенне-зимний период, что может приводить к обострению ХНИЗ, а также с риском обморожений и повышенной вероятностью получения травм из-за падений, вследствие чего возрастает экономический ущерб и повышается нагрузка на здравоохранение [19–22]. В процессе адаптации СССР, дыхательной и нервной систем к воздействию холода в организме происходят метаболические изменения, особенно в органах и тканях, чувствительных к кислороду и глюкозе, таких как головной мозг. Вследствие глюкозного голодания и кислородного дефицита в головном мозге усиливается окислительное фосфорилирование, что может стать причиной гибели нейронов. В результате, процессы старения мозга в северных регионах России протекают более интенсивно, чем в южных [23, 24].

В процессе термогенеза у гомойотермных организмов происходит активация не только мышечных волокон, вызывающих дрожь, но и жировой ткани (ЖТ), в большей степени бурой и бежевой, принимающих участие в обеспечении несократительного термогенеза [25, 26]. Белая ЖТ необходима для аккумуляции и мобилизации энергии в форме триглицеридов [27]. Кроме того, белые подкожные адипоциты, подвергаясь трансдифференцировке, способны преобразовываться в розовые и бежевые адипоциты [26].

ЖТ – неоднородный орган, в организме человека присутствуют разные виды адипоцитов, которые играют ключевые роли в разнообразных физиологических процессах. Бежевые адипоциты локализованы в подкожной белой ЖТ и принимают участие в термогенезе. Желтые адипоциты расположены в костном мозге длинных костей и позвоночника и осуществляют контроль над процессами костного ремоделирования и гемопоэза. Розовые адипоциты формируются в ткани молочной железы в период беременности и лактации при дифференцировке из белой ЖТ, они участвуют в синтезе и секреции грудного молока [26].

Наибольший интерес представляет воздействие низких температур на бурую и бежевую ЖТ. При влиянии холода на организм происходят активация симпатической нервной системы [10], высвобождение норадреналина в бурой и бежевой ЖТ и запускается каскад биохимических реакций, продуктом которых является образование свободных жирных кислот. Жирные кислоты воздействуют на трансмембранный белок UCP-1 (uncoupling protein-1), который локализуется на внутренней мембране митохондрий бурой и бежевой ЖТ, он способствует разобщению окислительного фосфорилирования при уменьшении протонного градиента по обе стороны внутренней мембраны, тем самым активируя процессы термогенеза [28]. Активность и распространенность бурой и бежевой ЖТ существенно снижаются у пожилых людей и людей с ожирением [29].

Атмосферное давление

Вторым по значимости метеорологическим параметром после температуры является атмосферное давление, резкие колебания которого могут вызывать декомпенсацию хронических заболеваний у людей, чувствительных к изменениям погоды, и повышать уровень смертности [30–32]. Его влияние на организм человека следует учитывать в комплексе с прочими метеорологическими параметрами. Необходимо принимать во внимание индивидуальную чувствительность к изменениям атмосферного давления в зависимости от времени года [33]. Оптимальным считается давление, равное 760 мм рт. ст., но следует ориентироваться и на регион. Для каждого места в зависимости от рельефного фактора, температурного режима, влажности и сезона данный показатель будет разниться.

Пониженное атмосферное давление – сравнительно редкое явление, которое обычно встречается в экваториальной зоне и умеренных широтах, где преобладает влажный климат. В то же время повышенное атмосферное давление характерно для тропических и полярных широт, а так-

же для Арктики и Антарктики, где господствует сухой климат [1]. Резкое снижение атмосферного давления встречается не так часто в повседневной жизни, и его влияние на сердечно-сосудистые заболевания не столь очевидно. Как правило, это можно наблюдать при подъеме на значительные высоты, например, в высокогорных регионах или во время авиаперелетов [32]. Симптомокомплекс, возникающий при резком снижении атмосферного давления, у людей, не адаптированных к проживанию в данных регионах, носит название «высотной болезни» и может проявляться кислородным голоданием: уменьшение парциального давления вдыхаемого воздуха приводит к неспособности адаптивных механизмов, призванных компенсировать воздействие гипоксического фактора, и происходит значительное снижение уровня насыщения кислородом жизненно важных органов. Проявляется это в виде накопления недоокисленных продуктов распада, которые обладают вазодилатирующим эффектом, что приводит к снижению АД и развитию тахикардии, дыхание становится более глубоким и частым, также происходит нарушение транспортной функции кардиореспираторной системы и, в конечном итоге, – структурное повреждение клеток и тканей, а в тяжелых случаях – отек легких [32, 34, 35]. Незначительные колебания атмосферного давления в сторону уменьшения также могут оказывать воздействие, подобное кислородному голоданию, но с кратковременным эффектом, а также влияние на кардиореспираторную систему, аналогичное тому, которое возникает при резком снижении атмосферного давления.

Повышение атмосферного давления встречается чаще, и его воздействие на организм, в частности на ССС, выражается более явно. Так, оно проявляется при длительном пребывании в замкнутых пространствах на большой глубине, приводя к накоплению газов воздуха (главным образом азота и кислорода) в тканях и крови. Причем опасно не столько воздействие, сколько дальнейшее снижение атмосферного давления, которое вызывает в организме изменения, характерные для десатурации, когда накопившийся в крови и тканях газ, буквально «вспенивается», и клетки организма начинают испытывать энергетический голод. Вследствие невозможности элиминировать газ из организма он становится причиной возникновения газовой эмболии [36].

Кратковременно влияние повышенного атмосферного давления может вызывать активацию симпатической нервной системы, что в свою очередь приводит к спастической вазоконстрикции, эритроцитозу и нарушению реологических свойств крови, а также повышению АД [30, 31].

Влажность воздуха

Третьим аспектом, который мы рассматриваем в нашей статье, является влажность, которая может быть абсолютной и относительной. Для человека имеет значение относительная влажность воздуха, которая представляет собой более привычную и удобную для восприятия характеристику, отражающую концентрацию водяного пара в атмосфере и измеряемую в процентах. Чем больше водяного пара находится в воздухе, тем более влажным он считается [37]. Концепция влажности должна быть рассмотрена с учетом температурного режима и климатического пояса. Так, при равном количестве водяного пара в воздухе при низких температурах она будет больше, чем при высоких. Согласно ГОСТ 30494-2011, оптимальным и комфортным для человека является показатель влажности воздуха в холодное время года в диапазоне от 30 до 45 %, в теплый период – от 30 до 60 %. В условиях высокой температуры повышенная влажность препятствует процессу теплоотдачи, поскольку испарение пота с поверхности тела затрудняется. Это может привести к перегреву организма и возникновению «теплового удара», нарушая тем самым механизмы гомеостаза. В условиях низких температур повышенная влажность, напротив, может стать причиной переохлаждения, поскольку в таких условиях процессы теплообмена протекают особенно интенсивно. При рассмотрении взаимодействия высоких или низких температур с пониженной влажностью возникают процессы, противоположные описанным ранее [38].

Эффекты воздействия климатических факторов на организм человека, распространенность заболеваний и смертность

Высокие температуры

Температурный фактор оказывает значительное влияние на функционирование респираторной, нервной, пищеварительной и прочих систем человеческого организма, но наиболее выражен его эффект на ССС [39–43]. Многие систематические обзоры и метаанализы демонстрируют устойчивые J- или U-образные обратные связи между температурой окружающей среды и ССЗ, которые отражают, как смертность возрастает при колебаниях температуры [44–48]. Показано, что по мере повышения температуры окружающей среды на 1 °C вероятность смерти от ССЗ увеличивается на 2,1 %, заболеваемость – на 0,5 %, а в те дни, когда температура достигает

аномально высоких значений, риск летального исхода возрастает на 11,7 % [13]. Более высокий риск возникновения как летальных, так и нелетальных исходов характерен для таких заболеваний, как инсульт и ИБС (увеличение риска на 3,8 и 2,8 % соответственно), нарушение ритма и остановка сердца (на 1,6 %), больше всего риск внезапной сердечно-сосудистой смерти у людей вне стационара – 2,1 % [13]. Существуют данные, которые свидетельствуют о том, что повышение температуры на 1 °C приводит к увеличению случаев госпитализаций на 0,31–0,82 % в следующих случаях: ИБС, острое нарушение мозгового кровообращения (ОНМК), хроническая сердечная недостаточность и нарушения ритма [49].

В настоящее время активно изучается взаимосвязь высоких температур и нервной системы, имеется множество литературных обзоров и статей по данной тематике, описывающих потенциально возможное увеличение частоты и тяжести многочисленных неврологических и когнитивных расстройств, таких как деменция, болезнь Альцгеймера или Паркинсона, заболевания двигательных нейронов [50–52], а также отдельные проявления неврологической симптоматики в виде заторможенности и рассеянности, нарушении координационных способностей, теплового удара или ишемического инсульта.

В 2022 г. описано, что пожары повлекли за собой около 450 смертей, в среднем 1300 случаев обострения бронхиальной астмы, а также порядка 1120 случаев госпитализаций по поводу декомпенсации ССЗ и 2030 случаев по патологии бронхолегочной системы, данное состояние также поспособствовало миграции населения в другие регионы, в среднем это 47000 человек [53]. А уже в 2023 г. приводятся сведения о 62000 смертельных случаях по всей Европе, вызванных экстремально жарким летним периодом, о сильнейших засухах на территории Африки, лесных пожарах на части Европы, Южной Америки и Китая, приводящих к неурожаю и приносящих значительный ущерб экономике этих стран [54].

Низкие температуры

Ранее проведенные исследования продемонстрировали, что при понижении температуры окружающей среды на 1 °C систолическое АД повышается на 0,2–0,4 мм рт. ст., а диастолическое – на 0,1–0,3 мм рт. ст. [55, 56]. В метаанализе на основе 159 статей описывается, что понижение температуры на 1 °C увеличивает смертность от ССЗ на 1,6 %, при этом заболеваемость ССЗ возрастает на 1,2 % [57]. Экстремально низкая температура окружающей среды представляет собой значимый фактор, влияющий на высокую забо-

леваемость и смертность от цереброваскулярных заболеваний и ССЗ [48, 58].

В рамках Фрамингемского исследования показано влияние температуры окружающей среды как значимого фактора, влияющего на функционирование микроциркуляторного русла [59]. Ее резкие понижения могут вызывать повышение резистентности коронарных артерий или приводить к вазоспазму, тем самым приводя к вазоспастической стенокардии или острому инфаркту миокарда (ОИМ) [60]. Связь ОИМ с колебаниями температур изучалась во многих эпидемиологических исследованиях, в том числе в крупномасштабном исследовании ВОЗ MONICA, и описывалась авторами в течение десятилетий с применением различных методологий [61, 62]. Выполненный в США анализ 259 891 случая ОИМ продемонстрировал, что в зимний период наблюдалось на 53 % больше случаев инфаркта миокарда по сравнению с летним периодом [63]. Сердечно-сосудистые события чаще происходят с понижением температуры окружающей среды, в этот период фиксируется увеличение числа вызовов станцией скорой медицинской помощи, а также увеличивается число обращений в стационары. В осенне-зимний период наиболее распространенными причинами являются артериальная гипертензия или ОНМК, в то время как ОИМ чаще происходит весной и летом [30, 31]. Вероятность летального исхода от геморрагического инсульта, вызванного воздействием низких температур, выше, нежели от ишемического инсульта [64].

Воздействие холода на дыхательную систему реализуется через влияние на терморецепторы, которые локализованы в верхних дыхательных путях и на коже лица и шеи. Их раздражение приводит к снижению легочной вентиляции и чувствительности к гиперкапнии при дыхании, а также увеличению глубины и продолжительности выдоха. Помимо этого, вдыхание охлажденного воздуха у лиц, страдающих бронхиальной астмой, может спровоцировать бронхообструктивный синдром, что определяется как холодовая гиперреактивность дыхательных путей [65, 66]. По данным Управления Федеральной службы государственной статистики, в 2021 г. в РФ число пациентов с ССЗ и нарушениями, вовлекшими иммунный механизм, для районов Крайнего Севера и приравненных к ним территориям, где априори низкие температуры, составило 215 710.

Согласно GBD, с 2000 по 2019 г. порядка 5 083 173 смертей во всем мире ассоциировано с воздействием температурного фактора, из них на холод приходится 4 594 098, а на влияние жары – 489 075 [11]. В контексте смертности под воздействием неблагоприятной температуры

страны демонстрируют существенные различия в процентном соотношении летальных исходов. Лидирующую позицию в этом отношении занимает Азия, где показатель смертности достигает 51,49 %, что обусловлено высокой плотностью населения и значительным количеством жителей в этих странах. На втором месте Африка, где смертность составляет 23,88 %, основным воздействующим фактором был холод. Восточная часть Европы также характеризуется высоким уровнем смертности, составляющим 16,44 %. Однако здесь основным температурным фактором, ассоциированным с летальным исходом, является жара [11].

Атмосферное давление

Выявлена корреляция между атмосферным давлением и ростом числа случаев осложнений, ассоциированных с гипертонической болезнью, у жителей Новосибирска [31]. В основном отмечается, что наибольшее количество вызовов, связанных с декомпенсацией данного заболевания, приходится на холодное время года и коррелирует с изменчивостью атмосферного давления. В то же время сочетание высоких температур и повышенного атмосферного давления приводило к значительному увеличению частоты ухудшения гипертонической болезни по сравнению с условиями, когда жаркая погода сопровождалась низким атмосферным давлением [31]. Кроме того, обнаружено существенное воздействие колебаний атмосферного давления на возникновение сердечно-сосудистых событий.

В исследовании MONICA выявлена V-образная зависимость, демонстрирующая, что наименьший уровень смертности наблюдался при атмосферном давлении, соответствующем условной норме в 760 мм рт. ст., уменьшение высоты ртутного столба на 7,5 мм приводило к повышению частоты коронарных событий и уровня смертности на 12 и 8 % соответственно, а увеличение на 7,5 мм – на 11 и 18 % соответственно [62]. Отмечено увеличение частоты случаев разрыва аневризмы аорты [67, 68] и сосудов головного мозга [69] при колебаниях атмосферного давления. Также рассматривается отсроченный эффект воздействия повышенного атмосферного давления, который выражается в увеличении частоты ОНМК [70]. В частности, при повышении атмосферного давления на 12 мм рт. ст. число случаев нарушений мозгового кровообращения возрастает на 40 % [71].

Влажность воздуха

Как отмечено ранее, влажность рассматривается в тесной связи с температурным фактором. Не вызывает сомнений, что избыточная влаж-

ность способствует распространению инфекционных заболеваний в условиях как жаркой, так и холодной погоды. Помимо этого она оказывает влияние на работу ССС и дыхательной системы. В работе Т.М. Ikaheimo et al., основанной на четырех национальных исследованиях FINRISK, проведенных в 1997, 2002, 2007 и 2012 гг., показано, что при сочетании повышенной или пониженной влажности и холодной погоды воздействие на дыхательную систему может выражаться в возникновении бронхообструктивного синдрома, так как запускаются механизмы холодовой гиперреактивности дыхательных путей [72]. В то же время в условиях низких температур и пониженной влажности наблюдается рост числа инфекционных заболеваний, что приводит к увеличению числа случаев обращения в медицинские учреждения за помощью. Так, по данным НИИ гриппа им. А.А. Смородинцева, на период третьей недели 2024 г. уровень суммарной заболеваемости населения гриппом и другими ОРВИ составил 85,2 на 10 000 населения, на 23.01.2024 на территории РФ зарегистрировано 2 3825 450 случаев новой коронавирусной инфекции (COVID-19) [73].

Низкие показатели температуры и влажности воздуха чаще, нежели низкая температура и высокая влажность, вызывают декомпенсацию ССЗ, требующую обращения за медицинской помощью [74]. Также имеются данные, что в холодные дни при уменьшении уровня влажности возрастает количество случаев разрыва аневризм аорты [67, 68, 75] и субарахноидального кровоизлияния [69, 76–78]. Выявлена взаимосвязь в увеличении числа сердечно-сосудистых событий при повышении температуры и колебаниях влажности [79, 80]. Однако следует учитывать, что воздействие влажности носит опосредованный характер, реализуется через совокупное влияние с температурой воздуха и может варьировать в зависимости от индивидуальных особенностей организма и географических широт.

Хотелось бы подчеркнуть, что природно-климатические факторы оказывают существенное воздействие на человеческий организм, вызывая в нем те или иные реакции. В наибольшей степени негативное воздействие, которое принято характеризовать как метеочувствительность, обусловлено снижением адаптационных способностей организма. При этом следует отметить, что пожилые люди и лица, страдающие ХНИЗ, оказываются наиболее уязвимыми и чувствительными к воздействию климатометеорологических факторов [30]. У них чаще возникают фатальные и нефатальные сердечно-сосудистые события, обострения ХНИЗ, респираторные патологии,

что ассоциировано в том числе с возрастными изменениями в организме [30, 74].

Заключение

Результаты многочисленных эпидемиологических исследований, проведенных в разных странах, убедительно свидетельствуют о наличии корреляции между обострениями ССЗ и природно-климатическими условиями окружающей среды. Ожидается, что в дальнейшем риски, сопряженные с сердечно-сосудистыми патологиями, обусловленные климатическими изменениями, будут только возрастать. Вышесказанное подчеркивает необходимость разработки персонализированной терапевтической тактики ведения пациентов с учетом климатических особенностей региона их проживания. Прежде всего следует обратить внимание на лиц, страдающих ССЗ и патологиями дыхательной системы, чтобы предотвратить возможные негативные события. В контексте развития системы здравоохранения необходимо определить векторы формирования социальной ответственности, подразумевающей комплекс мер по адаптации населения к последствиям климатических изменений и скрытым угрозам для здоровья, что позволит предотвратить возникновение серьезных последствий для граждан, системы здравоохранения и экономики страны.

Список литературы / References

1. Александров В.Н., Бунин М.С., Деревянко А.П., Жуковский В.Е., Израэль Ю.А., Козлов В.П., Котляков В.М., Ледовских А.А., Леонов Ю.Г., Макаренко Н.Л., ... Хамитов Р.З. Национальный атлас России. Т. 2. М.: Роскартография, 2007. 495 с.
Aleksandrov V.N., Bunin M.S., Derevyanko A.P., Zhukovsky V.E., Israel Yu.A., Kozlov V.P., Kotlyakov V.M., Ledovskikh A.A., Leonov Yu.G., Makarenko N.L., ... Khamitov R.Z. The National Atlas of Russia. V. 2. Moscow: Roskartografiya, 2007. 495 p. [In Russian].
2. WHO. Quantitative risk assessment of the effects of climate change on selected causes of death, 2030s and 2050s. Available from: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241507691>
3. Watts N., Adger W.N., Agnolucci P., Blackstock J., Byass P., Cai W., Chaytor S., Colbourn T., Collins M., Cooper A., ... Costello A. Health and climate change: policy responses to protect public health. *Lancet*. 2015;386(10006):1861–1914. doi: 10.1016/S0140-6736(15)60854-6
4. Акентьева Е.М., Александров Е.И., Алексеев Г.В., Анисимов О.А., Балонишников Ж.А., Булыгина О.Н., Георгиевский В.Ю., Докукин М.Д., Ефимов С.В., Иванов Н.Е., ... Школьник И.М. Доклад о климатических рисках на территории Российской Федерации. СПб., 2017. 106 с.
Akentyeva E.M., Aleksandrov E.I., Alekseev G.V., Anisimov O.A., Balonishnikova J.A., Bulygina O.N., Georgievsky V.Yu., Dokukin M.D., Efimov S.V., Ivanov N.E., ... Shkolnik I.M. Report on climate risks in the territory of the Russian Federation. Saint-Petersburg, 2017. 106 p. [In Russian].
5. He B.J., Zhao D., Dong X., Xiong K., Feng Ch., Qi Q., Darko A., Sharifi A., Pathak M. Perception, physiological and psychological impacts, adaptive awareness and knowledge, and climate justice under urban heat: A study in extremely hothumid Chongqing, China. *Sustain Cities Soc.* 2022;79:103685. doi: 10.1016/j.scs.2022.103685
6. Ebi K.L., Vanos J., Baldwin J.W., Bell J.E., Hondula D.M., Errett N.A., Hayes K., Reid C.E., Saha S., Spector J., Berry P. Extreme weather and climate change: population health and health system implications. *Annu. Rev. Public Health*. 2021;42:293–315. doi: 10.1146/annurev-publhealth-012420-105026
7. Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2022 году». М., 2024. 289 с.
The State report "On the state of protection of the population and territories of the Russian Federation from natural and man-made emergencies in 2022". Moscow, 2024. 289 p. [In Russian].
8. Cai J., Meng X., Wang C., Chen R., Zhou J., Xu X., Ha S., Zhao Z., Kan H. The cold effects on circulatory inflammation, thrombosis and vasoconstriction in type 2 diabetic patients. *Sci. Total Environ.* 2016;568:271–277. doi: 10.1016/j.scitotenv.2016.06.030
9. Wong H.T., Chiu M.Y., Wu C.S., Lee T.C.; Senior Citizen Home Safety Association. The influence of weather on health-related help-seeking behavior of senior citizens in Hong Kong. *Int. J. Biometeorol.* 2015;59(3):373–376. doi: 10.1007/s00484-014-0831-7
10. Покровский В.М., Коротко Ю.Ф., Агаджанян Н.А., Аганянц Е.К., Бабский Е.Б., Кобрин В.И., Наточин Ю.В., Савченков Ю.И., Чороян О.Г., Шевелев И.А. Физиология человека: учебник. Т. 2. М.: Медицина, 1997. 368 с.
Pokrovsky V.M., Korotko Yu.F., Agajanyan N.A., Aganyants E.K., Babsky E.B., Kobrin V.I., Natochin Yu.V., Savchenkov Yu.I., Chorayan O.G., Shevelev I.A. Human physiology. Textbook. V. 2. Moscow: Meditsina, 1997. 368 p. [In Russian].
11. Roth G.A., Mensah G.A., Johnson C.O., Adolorato G., Ammirati E., Baddour L.M., Barengo N.C., Beaton A.Z., Benjamin E.J., Benziger C.P., ... GBD-NHLBI-JACC Global Burden of Cardiovascular Diseases Writing Group. Global Burden of Cardiovascular Diseases and Risk Factors, 1990–2019: Update From the GBD 2019 Study. *J. Am. Coll.*

Cardiol. 2020;76(25):2982–3021. doi: 10.1016/j.jacc.2020.11.010

12. Psistaki K., Dokas I.M., Paschalidou A.K. The impact of ambient temperature on cardiorespiratory mortality in Northern Greece. *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 2022;20(1):555. doi: 10.3390/ijerph20010555

13. Liu J., Varghese B.M., Hansen A., Zhang Y., Driscoll T., Morgan G., Dear K., Gourley M., Capon A., Bi P. Heat exposure and cardiovascular health outcomes: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Planet Health.* 2022;6(6):e484–e495. doi: 10.1016/S2542-5196(22)00117-6

14. Патологическая физиология: учебник. Т. 1. Ред. В.В. Новицкий, А.А. Кубатиев, В.П. Пузырев. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2020. 896 с.

Pathophysiology. Textbook. V. 1. Eds. V.V. Novitsky, A.A. Kubatiev, V.P. Puzyrev. Moscow: GEOTAR-Media, 2020. 896 p. [In Russian].

15. Cuspidi C., Ochoa J.E., Parati G. Seasonal variations in blood pressure: a complex phenomenon. *J. Hypertens.* 2012;30(7):1315–1320. doi: 10.1097/HJH.0b013e328355d7f9

16. Marti-Soler H., Gubelmann C., Aeschbacher S., Alves L., Bobak M., Bongard V., Clays E., de Gaetano G., Di Castelnuovo A., Elosua R., ... Marques-Vidal P. Seasonality of cardiovascular risk factors: an analysis including over 230 000 participants in 15 countries. *Heart.* 2014;100(19):1517–1523. doi: 10.1136/heartjnl-2014-305623

17. Woodhouse P.R., Khaw K.T., Plummer M., Foley A., Meade T.W. Seasonal variations of plasma fibrinogen and factor VII activity in the elderly: winter infections and death from cardiovascular disease. *Lancet.* 1994;343(8895):435–439. doi: 10.1016/s0140-6736(94)92689-1

18. Dong M., Yang X., Lim S., Cao Z., Honek J., Lu H., Zhang C., Seki T., Hosaka K., Wahlberg E., ... Cao Y. Cold exposure promotes atherosclerotic plaque growth and instability via UCP1-dependent lipolysis. *Cell. Metab.* 2013;18(1):118–129. doi: 10.1016/j.cmet.2013.06.003

19. Сосенкина И.М., Осокин Н.А., Климентова А.Ю. Экономические последствия гололедного травматизма в регионах РФ. *Стратегические решения и риск-менеджмент.* 2019;10(1):58–69. doi: 10.17747/2618-947X-2019-1-58-69

Sosenkina I.M., Osokin N.A., Klimentova A.Yu. Economic impact of ice and snow related injuries in Russian regions. *Strategicheskkiye resheniya i risk-menedzhment = Strategic Decisions and Risk Management.* 2019;10(1):58–69. [In Russian]. doi: 10.17747/2618-947X-2019-1-58-69

20. Колосов А.С., Прошин А.В. Зависимость заболеваемости острыми инфекциями дыхательных путей от суровости погоды в зимний период года (на примере города Кирова). *Международ. научно-исслед. ж.* 2016;(1-3):51–55. doi: 10.18454/IRJ.2016.43.059

Kolosov A.S., Proshin A.V. The dependence of the incidence of acute respiratory infections from the severity of the weather in the winter (on the example of the city of Kirov). *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal = International Research Journal.* 2016;(1-3):51–55. [In Russian]. doi: 10.18454/IRJ.2016.43.059

21. Чашин В.П., Гудков А.Б., Чашин М.В., Попова О.Н. Прогностическая оценка индивидуальной восприимчивости организма человека к опасному воздействию холода. *Экол. человека.* 2017;(5):3–13. doi: 10.33396/1728-0869-2017-5-3-13

Chashchin V.P., Gudkov A.B., Chashchin M.V., Popova O.N. Predictive assessment of individual human susceptibility to damaging cold exposure. *Ekologiya cheloveka = Human Ecology.* 2017;(5):3–13. [In Russian]. doi: 10.33396/1728-0869-2017-5-3-13

22. Гамбарян М.Г., Калинина А.М., Шальнова С.А., Деев А.Д., Дидковский Н.А. Эпидемиологические особенности хронических респираторных заболеваний в разных климато-географических регионах России. *Пульмонология.* 2014;(3):55–61. doi: 10.18093/0869-0189-2014-0-3-55-61

Gambaryan M.G., Kalinina A.M., Shal'nova S.A., Deev A.D., Didkovskiy N.A. Epidemiology of chronic respiratory diseases in different climatic and geographic regions of Russia. *Pulmonologiya = Pulmonology.* 2014;(3):55–61. [In Russian]. doi: 10.18093/0869-0189-2014-0-3-55-61

23. Никитин Ю.П., Хаснулин В.И., Гудков А.Б. Современные проблемы северной медицины и усилия ученых по их решению. *Вестн. Сев. (Аркт.) федер. ун-та. Сер. Мед.-биол. н.* 2014;(3):63–72.

Nikitin Yu.P., Khasnulin V.I., Gudkov A.B. Contemporary problems of Northern medicine and researchers' efforts to solve them. *Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) federal'nogo universiteta. Seriya: Mediko-biologicheskkiye nauki = Bulletin of the Northern (Arctic) Federal University. Series: Biomedical Sciences.* 2014;(3):63–72. [In Russian].

24. Михайличенко М.И., Шаповалов К.Г., Мудров В.А., Фигурский С.А., Емельянов Р.С. Патогенетическое значение дисфункции эндотелия в формировании гипертонуса периферической сосудистой стенки при местной холодовой травме. *Патол. физиол. и эксперим. терапия.* 2020;64(4):54–61. doi: 10.25557/0031-2991.2020.04.54-61

Mikhaylichenko M.I., Shapovalov K.G., Mudrov V.A., Figursky S.A., Yemelyanov R.S. Pathogenetic significance of endothelial dysfunction in formation of hypertonus of the peripheral vascular wall in local cold injury. *Patologicheskaya fiziologiya i eksperimental'naya terapiya = Pathological Physiology and Experimental Therapy.* 2020;64(4):54–61. [In Russian]. doi: 10.25557/0031-2991.2020.04.54-61

25. Saito M., Matsushita M., Yoneshiro T., Okamatsu-Ogura Y. Brown adipose tissue, diet-induced thermo-

genesis, and thermogenic food ingredients: from mice to men. *Front. Endocrinol. (Lausanne)*. 2020;11:222. doi: 10.3389/fendo.2020.00222

26. Романцова Т.И. Жировая ткань: цвета, депо и функции. *Ожирение и метаболизм*. 2021;18(3):282–301. doi: 10.14341/omet12748

Romantsova T.I. Adipose tissue: colors, depots and functions. *Ozhireniye i metabolism = Obesity and Metabolism*. 2021;18(3):282–301. [In Russian]. doi: 10.14341/omet12748

27. Schoettl T., Fischer I.P., Ussar S. Heterogeneity of adipose tissue in development and metabolic function. *J. Exp. Biol.* 2018;221(Pt Suppl.1):jeb162958. doi: 10.1242/jeb.162958

28. Huo C., Song Z., Yin J., Zhu Y., Miao X., Qian H., Wang J., Ye L., Zhou L. Effect of acute cold exposure on energy metabolism and activity of brown adipose tissue in humans: A systematic review and meta-analysis. *Front. Physiol.* 2022;13:917084. doi: 10.3389/fphys.2022.917084

29. Maliszewska K., Kretowski A. brown adipose tissue and its role in insulin and glucose homeostasis. *Int. J. Mol. Sci.* 2021;22(4):1530. doi: 10.3390/ijms22041530

30. Толстов П.В., Калягин А.Н., Татаринова М.Б. Влияние гелиогеофизических и природно-климатических факторов на сердечно-сосудистую систему (обзор литературы). *Кардиоваскуляр. терапия и профилактика*. 2023;22(8):3599. doi: 10.15829/1728-8800-2023-3599

Tolstov P.V., Kalyagin A.N., Tatarinova M.B. Influence of heliogeophysical and climatic factors on the cardiovascular system: a literature review. *Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika = Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2023;22(8):3599. [In Russian]. doi: 10.15829/1728-8800-2023-3599

31. Хаснулин В.И., Гафаров В.В., Воевода М.И., Разумов Е.В., Артамонова М.В. Влияние метеорологических факторов в различные сезоны года на частоту возникновения осложнений гипертонической болезни у жителей Новосибирска. *Экол. человека*. 2015;(7):3–8.

Khasnulin V.I., Gafarov V.V., Voevoda M.I., Razumov E.V., Artamonova M.V. Influence of meteorological factors in different seasons on incidence of hypertensive disease complications in Novosibirsk residents. *Ekologiya cheloveka = Human Ecology*. 2015;(7):3–8. [In Russian].

32. Savioli G., Ceresa I.F., Gori G., Fumoso F., Gri N., Floris V., Varesi A., Martuscelli E., Marchisio S., Longhitano Y., ... Zanza C. Pathophysiology and therapy of high-altitude sickness: practical approach in emergency and critical care. *J. Clin. Med.* 2022;11(14):3937. doi: 10.3390/jcm11143937

33. Styra D., Usovaite A., Damauskaite J., Juozulynas A. Leaps in cardiovascular diseases after a decrease of hard cosmic ray flux and atmospheric pres-

sure in Vilnius city in 2004–2007. *Int. J. Biometeorol.* 2009;53(6):471–477. doi: 10.1007/s00484-009-0234-3

34. Физиология человека: учебник. Т. 1. Ред. В.М. Покровский, Г.Ф. Коротко. М.: Медицина, 1997. 448 с.

Human Physiology. Textbook. V. 1. Eds. V.M. Pokrovsky, G.F. Korotko. Moscow: Meditsina, 1997. 448 p. [In Russian].

35. Luks A.M., Hackett P.H. Medical conditions and high-altitude travel. *N. Engl. J. Med.* 2022;386(4):364–373. doi: 10.1056/NEJMr2104829

36. Измеров Н.Ф., Шиган Е.Е., Бухтияров И.В., Прокопенко Л.В., Ковалевский Е.В., Рукавишников В.С., Зайцева Н.В., Шур П.З., Алексеев В.Б., Шляпников Д.М., ... Чесалин П.В. Профессиональные заболевания органов дыхания: Национальное руководство. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015. 792 с.

Izmerov N.F., Shigan E.E., Bukhtiyarov I.V., Prokopenko L.V., Kovalevsky E.V., Rukavishnikov V.S., Zaitseva N.V., Shur P.Z., Alekseev V.B., Shlyapnikov D.M., ... Chesalin P.V. Occupational respiratory diseases: National guidelines. Moscow: GEOTAR-Media, 2015. 792 p. [In Russian].

37. Davis R.E., McGregor G.R., Enfield K.B. Humidity: A review and primer on atmospheric moisture and human health. *Environ. Res.* 2016;144(Pt.A):106–116. doi: 10.1016/j.envres.2015.10.014

38. Baldwin J.W., Benmarhnia T., Ebi K.L., Jay O., Lutsko N.J., Vanos J.K. Humidity's role in heat-related health outcomes: A heated debate. *Environ. Health Perspect.* 2023;131(5):55001. doi: 10.1289/EHP11807

39. Analitis A., Katsouyanni K., Biggeri A., Baccini M., Forsberg B., Bisanti L., Kirchmayer U., Bal- lester F., Cadum E., Goodman P.G., ... Michelozzi P. Effects of cold weather on mortality: results from 15 European cities within the PHEWE project. *Am. J. Epidemiol.* 2008;168(12):1397–1408. doi: 10.1093/aje/kwn266

40. Anderson B.G., Bell M.L. Weather-related mortality: how heat, cold, and heat waves affect mortality in the United States. *Epidemiology*. 2009;20(2):205–213. doi: 10.1097/EDE.0b013e318190ee08

41. Gasparrini A., Armstrong B., Kovats S., Wilkinson P. The effect of high temperatures on cause-specific mortality in England and Wales. *Occup. Environ. Med.* 2012;69(1):56–61. doi: 10.1136/oem.2010.059782

42. Cold exposure and winter mortality from ischaemic heart disease, cerebrovascular disease, respiratory disease, and all causes in warm and cold regions of Europe. The Eurowinter Group. *Lancet*. 1997;349(9062):1341–1346.

43. Braga A.L., Zanobetti A., Schwartz J. The effect of weather on respiratory and cardiovascular deaths in 12 U.S. cities. *Environ. Health Perspect.* 2002;110(9):859–863. doi: 10.1289/ehp.02110859

44. Turner L.R., Barnett A.G., Connell D., Tong S. Ambient temperature and cardiorespiratory

morbidity: a systematic review and meta-analysis. *Epidemiology*. 2012;23(4):594–606. doi: 10.1097/EDE.0b013e3182572795

45. Kuzmenko N.V., Tsyrlin V.A., Pliss M.G., Galagudza M.M. Seasonal dynamics of myocardial infarctions in regions with different types of a climate: a meta-analysis. *Egypt. Heart J.* 2022;74(1):84. doi: 10.1186/s43044-022-00322-5

46. Song X., Wang S., Hu Y., Yue M., Zhang T., Liu Y., Tian J., Shang K. Impact of ambient emperature on morbidity and mortality: An overview of reviews. *Sci. Total Environ.* 2017;586:241–254. doi: 10.1016/j.scitotenv.2017.01.212

47. Moghadamnia M.T., Ardalan A., Mesdaghinia A., Keshtkar A., Naddafi K., Yekaninejad M.S. Ambient temperature and cardiovascular mortality: a systematic review and meta-analysis. *PeerJ*. 2017;5:e3574. doi: 10.7717/peerj.3574

48. Zafeiratou S., Samoli E., Dimakopoulou K., Rodopoulou S., Analitis A., Gasparrini A., Stafoggia M., De' Donato F., Rao S., Monteiro A., ... Katsouyanni K.; Exhaustion project team. A systematic review on the association between total and cardiopulmonary mortality/morbidity or cardiovascular risk factors with long-term exposure to increased or decreased ambient temperature. *Sci. Total Environ.* 2021;772:145383. doi: 10.1016/j.scitotenv.2021.145383

49. Tian Y., Liu H., Si Y., Cao Y., Song J., Li M., Wu Y., Wang X., Xiang X., Juan J., ... Hu Y. Association between temperature variability and daily hospital admissions for cause-specific cardiovascular disease in urban China: a national time-series study. *PLoS Med.* 2019;16(1):e1002738. doi: 10.1371/journal.pmed.1002738

50. Bongioanni P., Del Carratore R., Dolciotti C., Diana A., Buizza R. Effects of global warming on patients with dementia, motor neuron or Parkinson's diseases: A comparison among cortical and subcortical disorders. *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 2022;19(20):13429. doi: 10.3390/ijerph192013429

51. Zammit C., Torzhenskaya N., Ozarkar P.D., Calleja Agius J. Neurological disorders vis-à-vis climate change. *Early Hum. Dev.* 2021;155:105217. doi: 10.1016/j.earlhumdev.2020.105217

52. Yin P., Gao Y., Chen R., Liu W., He C., Hao J., Zhou M., Kan H. Temperature-related death burden of various neurodegenerative diseases under climate warming: a nationwide modelling study. *Nat. Commun.* 2023;14(1):8236. doi: 10.1038/s41467-023-44066-5

53. Romanello M., di Napoli C., Drummond P., Green C., Kennard H., Lampard P., Scamman D., Arnell N., Ayeb-Karlsson S., Ford L.B., ... Costello A. The 2022 report of the Lancet Countdown on health and climate change: health at the mercy of fossil fuels. *Lancet*. 2022;400(10363):1619–1654. doi: 10.1016/S0140-6736(22)01540-9

54. Romanello M., Napoli C.D., Green C., Kennard H., Lampard P., Scamman D., Walawender M.,

Ali Z., Ameli N., Ayeb-Karlsson S., ... Costello A. The 2023 report of the Lancet Countdown on health and climate change: the imperative for a health-centred response in a world facing irreversible harms. *Lancet*. 2023;402(10419):2346–2394. doi: 10.1016/S0140-6736(23)01859-7

55. Stergiou G.S., Palatini P., Modesti P.A., Asayama K., Asmar R., Bilo G., de la Sierra A., Dolan E., Head G., Kario K., ... Parati G. Seasonal variation in blood pressure: Evidence, consensus and recommendations for clinical practice. Consensus statement by the European society of hypertension working group on blood pressure monitoring and cardiovascular variability. *J. Hypertens.* 2020;38(7):1235–1243. doi: 10.1097/HJH.0000000000002341

56. Wang Q., Li C., Guo Y., Barnett A.G., Tong S., Phung D., Chu C., Dear K., Wang X., Huang C. Environmental ambient temperature and blood pressure in adults: A systematic review and meta-analysis. *Sci. Total Environ.* 2017;575:276–286. doi: 10.1016/j.scitotenv.2016.10.019

57. Fan J.F., Xiao Y.C., Feng Y.F., Niu L.Y., Tan X., Sun J.C., Leng Y.Q., Li W. Y., Wang W.Z., Wang Y.K. A systematic review and meta-analysis of cold exposure and cardiovascular disease outcomes. *Front. Cardiovasc. Med.* 2023;10:1084611. doi: 10.3389/fcvm.2023.1084611

58. Park S., Kario K., Chia Y.C., Turana Y., Chen C.H., Buranakitjaroen P., Naites J., Hoshida S., Siddique S., Sison J., ... HOPE Asia Network. The influence of the ambient temperature on blood pressure and how it will affect the epidemiology of hypertension in Asia. *J. Clin. Hypertens. (Greenwich)*. 2020;22(3):438–444. doi: 10.1111/jch.13762

59. Widlansky M.E., Vita J.A., Keyes M.J., Larson M.G., Hamburg N.M., Levy D., Mitchell G.F., Osypiuk E.W., Vasan R.S., Benjamin E.J. Relation of season and temperature to endothelium-dependent flow-mediated vasodilation in subjects without clinical evidence of cardiovascular disease (from the Framingham Heart Study). *Am. J. Cardiol.* 2007;100(3):518–523. doi: 10.1016/j.amjcard.2007.03.055

60. Verberkmoes N.J., Soliman Hamad M.A., Ter Woorst J.F., Tan M.E., Peels C.H., van Straten A.H. Impact of temperature and atmospheric pressure on the incidence of major acute cardiovascular events. *Neth. Heart J.* 2012;20(5):193–196. doi: 10.1007/s12471-012-0258-x

61. Barnett A.G., Dobson A.J., McElduff P., Salomaa V., Kuulasmaa K., Sans S. WHO MONICA Project. Cold periods and coronary events: an analysis of populations worldwide. *J. Epidemiol. Community Health.* 2005;59(7):551–557. doi: 10.1136/jech.2004.028514

62. The World Health Organization MONICA Project (monitoring trends and determinants in cardiovascular disease): a major international collaboration. WHO MONICA Project Principal Investigators. *J. Clin.*

Epidemiol. 1988;41(2):105–114. doi: 10.1016/0895-4356(88)90084-4

63. Spencer F.A., Goldberg R.J., Becker R.C., Gore J.M. Seasonal distribution of acute myocardial infarction in the second National Registry of Myocardial Infarction. *J. Am. Coll. Cardio.* 1998;31(6):1226–1233. doi: 10.1016/s0735-1097(98)00098-9

64. Chen R., Yin P., Wang L., Liu C., Niu Y., Wang W., Jiang Y., Liu Y., Liu J., Qi J., You J., Kan H., Zhou M. Association between ambient temperature and mortality risk and burden: time series study in 272 main Chinese cities. *BMJ.* 2018;363:k4306. doi: 10.1136/bmj.k4306

65. Медведев А.А., Соколова Л.В. Особенности и механизмы температурной чувствительности (обзор). *Ж. мед.-биол. исслед.* 2019;7(1):92–105. doi: 10.17238/issn2542-1298.2019.7.1.92

Medvedev A.A., Sokolova L.V. Features and mechanisms of temperature sensitivity (review). *Zhurnal mediko-biologicheskikh issledovaniy = Journal of Medical and Biological Research.* 2019;7(1):92–105. [In Russian]. doi: 10.17238/issn2542-1298.2019.7.1.92

66. Перельман Ю.М., Наумов Д.Е., Приходько А.Г., Колосов В.П. Механизмы и проявления осмотической гиперреактивности дыхательных путей. Владивосток: Дальнаука, 2016. 240 с.

Perelman Yu.M., Naumov D.E., Prikhodko A.G., Kolosov V.P. Mechanisms and manifestations of osmotic hyperreactivity of the respiratory tract. Vladivostok: Dalnauka, 2016. 240 p. [In Russian].

67. Penning de Vries B.B.L., Kolkert J.L.P., Meerwaldt R., Groenwold R.H.H. Atmospheric pressure and abdominal aortic aneurysm rupture: results from a time series analysis and case-crossover study. *Vasc. Endovascular. Surg.* 2017;51(7):441–446. doi: 10.1177/1538574417713909

68. Al-Rashid F., Totzeck M., Saur N., Janosi R.A., Lind A., Mahabadi A.A., Rassaf T., Mincu R.I. Global longitudinal strain is associated with better outcomes in transcatheter aortic valve replacement. *BMC Cardiovasc. Disord.* 2020;20(1):1–8. doi: 10.1186/s12872-020-01556-4

69. Бобровницкий И.П., Нагорнев С.Н., Яковлев М.Ю., Шашлов С.В., Банченко А.Д., Груздева А.Ю., Леви Д., Палумбо О. Перспективы исследований влияния метеорологических и геомагнитных параметров на заболеваемость и смертность населения. *Гигиена и сан.* 2018;97(11):1064–1067. doi: 10.18821/0016-9900-2018-97-11-1064-67

Bobrovnitsky I.P., Nagornev S.N., Yakovlev M.Yu., Shashlov S.V., Banchenko A.D., Gruzdeva A.Yu., Levi D., Palumbo O. Perspectives of research of the impact of meteorological and geomagnetic parameters on the incidence and mortality of the population. *Gigiena i sanitariya = Hygiene and Sanitation.* 2018; 97(11):1064–1067. [In Russian]. doi: 10.18821/0016-9900-2018-97-11-1064-67

70. de Vita A., Belmusto A., di Perna F., Tremamunno S., de Matteis G., Franceschi F., Covino M.; CLIMPS Group. The impact of climate change and extreme weather conditions on cardiovascular health and acute cardiovascular diseases. *J. Clin. Med.* 2024;13(3):759. doi: 10.3390/jcm13030759

71. Колягина Н.М., Бережнова Т.А., Мамчик Н.П., Клепиков О.В., Епринцев С.А. Оценка связи обострений болезней сердечно-сосудистой системы с метеорологической обстановкой. *Гигиена и сан.* 2021;100(12):1350–1358. doi: 10.47470/0016-9900-2021-100-12-1350-1358

Kolyagina N.M., Berezhnova T.A., Mamchik N.P., Klepikov O.V., Yepintsev S.A. Assessment of the relationship of exacerbations of diseases of the cardiovascular system with the meteorological situation. *Gigiena i sanitariya = Hygiene and Sanitation.* 2021;100(12):1350–1358. [In Russian]. doi: 10.47470/0016-9900-2021-100-12-1350-1358

72. Ikaheimo T.M., Jokelainen J., Nayha S. Laatikainen T, Jousilahti P., Laukkanen J., Jaakkola J.J.K. Cold weather-related cardiorespiratory symptoms predict higher morbidity and mortality. *Environ. Res.* 2020;191:110108. doi: 10.1016/j.envres.2020.110108

73. Еженедельный национальный бюллетень по гриппу и ОРВИ за вторую неделю 2024 года. (08.01.24–14.01.24). Режим доступа: <https://www.influenza.spb.ru/surveillance/flu-bulletin/?year=2024&week=02>

Weekly national bulletin on influenza and ORVI for the second week of 2024 (08.01.24–14.01.24). Available at: <https://www.influenza.spb.ru/surveillance/flu-bulletin/?year=2024&week=02> [In Russian].

74. Лукьянец А.С., Брагин А.Д. Влияние природно-климатических факторов на уровень заболеваемости населения России. *Пробл. соц. гигиены, здравоохран. и ист. мед.* 2021;29(2):197–202. doi: 10.32687/0869-866X-2021-29-2-197-202

Lukyanets A.S., Bragin A.D. The impact of natural climatic factors on level of population morbidity in Russia. *Problemy sotsial'noi gigieny, zdravookhraneniya i istorii meditsiny = Problems of Social Hygiene, Public Health and History of Medicine.* 2021;29(2):197–202. doi: 10.32687/0869-866X-2021-29-2-197-202. [In Russian].

75. Schuld J., Kollmar O., Schuld S., Schommer K., Richter S. Impact of meteorological conditions on abdominal aortic aneurysm rupture: Evaluation of an 18-year period and review of the literature. *Vasc. Endovascular. Surg.* 2013;47(7):524–531. doi: 10.1177/1538574413497109

76. Hughes M.A., Grover P.J., Butler C.R., Ellwell V.A., Mendoza N.D. A 5-year retrospective study assessing the association between seasonal and meteorological change and incidence of aneurysmal subarachnoid haemorrhage. *Br J. Neurosurg.* 2010;24(4):396–400. doi: 10.3109/02688697.2010.499154

77. Lai P.M., Dasenbrock H., Du R. The association between meteorological parameters and aneurysmal subarachnoid hemorrhage: a nationwide analysis. *PLoS One*. 2014;9(11):e112961. doi: 10.1371/journal.pone.0112961

78. Gill R.S., Hambridge H.L., Schneider E.B., Hanff T., Tamargo R.J., Nyquist P. Falling temperature and colder weather are associated with an increased risk of aneurysmal subarachnoid hemorrhage. *World Neurosurg*. 2013;79(1):136–142. doi: 10.1016/j.wneu.2012.06.020

79. Tang K.L., Rashid R., Godley J., Ghali W.A. Association between subjective social status and cardiovascular disease and cardiovascular risk factors: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open*. 2016;6(3):e010137. doi: 10.1136/bmjopen-2015-010137

80. Chen H., Zhang X. Influences of temperature and humidity on cardiovascular disease among adults 65 years and older in China. *Front. Public Health*. 2023;10:1079722. doi: 10.3389/fpubh.2022.1079722

Сведения об авторах:

Александрова Ольга Валерьевна, ORCID: 0009-0008-6037-0448, e-mail: olgav_aleks@mail.ru

Афанасьева Алена Дмитриевна, к.м.н., ORCID: 0000-0001-7875-1566, e-mail: alena.dmytryevna@yandex.ru

Рагино Юлия Игоревна, д.м.н., проф., чл.-корр. РАН, ORCID: 0000-0002-4936-8362, e-mail: ragino@mail.ru

Information about the authors:

Olga V. Aleksandrova, ORCID: 0009-0008-6037-0448, e-mail: olgav_aleks@mail.ru

Alena D. Afanaseva, candidate of medical sciences, ORCID: 0000-0001-7875-1566, e-mail: alena.dmytryevna@yandex.ru

Yuliya I. Ragino, doctor of medical sciences, professor, corresponding member of the RAS, ORCID: 0000-0002-4936-8362, e-mail: ragino@mail.ru

Поступила в редакцию 09.12.2024

После доработки 14.01.2025

Принята к публикации 18.03.2025

Received 09.12.2024

Revision received 14.01.2025

Accepted 18.03.2025