

# ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА В РОССИИ – ПРОБЛЕМЫ ОБЩЕСТВЕННОГО ЗДОРОВЬЯ

**Б.А. РЕВИЧ<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> ФГБУН Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН, г. Москва, Россия

**УДК: 614.2**

**DOI: 10.21045/2782-1676-2021-1-4-5-14**

## Аннотация

Изменение климата и сопутствующие ему социальные риски – одна из главных проблем современного мирового сообщества. Увеличение частоты и продолжительности природных катастроф (наводнения, тайфуны, сели и др.) приводят к значительным человеческим жертвам. Волны жары стали причиной избыточной смертности городского населения, особенно российских мегаполисов. ВОЗ инициировала разработку национальных планов адаптации. Так, в России накоплен опыт разработки регионального плана действий на примере Архангельской области и локального плана в Москве. В Национальном плане адаптации Российской Федерации предусмотрено участие Минздрава, но пока отсутствует межсекторальное взаимодействие, недостаточно изучена наилучшая эффективная практика других стран.

**Ключевые слова:** изменение климата, волны жары, здоровье населения, адаптация, мегаполисы, Арктика.

**Для цитирования:** Ревич Б.А. Изменение климата в России – проблемы общественного здоровья // Общественное здоровье. 2021, 1(4):5–14. DOI: 10.21045/2782-1676-2021-1-4-5-14

**Контактная информация:** Ревич Борис Александрович, brevich@yandex.ru

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

**Статья поступила в редакцию:** 27.11.2021. **Статья принята к печати:** 30.11.2021. **Дата публикации:** 03.12.2021.

**UDC: 614.2**

**DOI: 10.21045/2782-1676-2021-1-4-5-14**

## CLIMATE CHANGE IN RUSSIA – PROBLEMS OF PUBLIC HEALTH

**B.A. Revich<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> FGBUS Institute of Economic Forecasting of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

## Abstract

Climate change and the accompanying social risks have already become one of the main problems of the world community. An increase in the frequency and duration of natural disasters (floods, typhoons, mudflows, etc.) lead to significant loss of life. Heat waves have caused excess mortality among the urban population, especially among Russian megacities. WHO initiated the development of national adaptation plans, and Russia has accumulated some experience in developing a regional action plan using the example of the Arkhangelsk region, and a local plan in Moscow. The National Adaptation Plan of the Russian Federation provides for the participation of the Ministry of Health, but there is no intersectoral interaction, the best practices of other countries have not been sufficiently studied.

**Key words:** climate change, heat waves, public health, adaptation, megalopolises, the Arctic.

**For citation:** Revich B.A. Climate change in Russia – problems of public health // Public health. 2021; 1(4):5–14. DOI: 10.21045/2782-1676-2021-1-4-5-14

**Corresponding author:** Boris A. Revich, brevich@yandex.ru

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

Одна из основных мировых проблем – глобальное изменение климата – стала причиной проведения в Глазго 26-ой конференции ООН, в которой участвовали около 300 российских представителей, что

свидетельствует о чрезвычайной актуальности этого явления. ВОЗ включила задачу снижения воздействия климатических рисков на здоровье населения в число основных целей глобального здравоохранения, обсуждавшихся

© Б.А. Ревич, 2021 г.

на этом мероприятии. Среди факторов риска окружающей среды здоровью населения климатические риски занимают второе место после воздействия загрязненного атмосферного воздуха. ВОЗ представила на обсуждение в Глазго два доклада, в одном из которых приведены результаты министерств здравоохранения 95 стран по разработке и внедрению разделов по здоровью в национальных планах адаптации (действий) (НАП) к изменениям климата) [61]. В большинстве стран такие планы подготавливают министерства здравоохранения, в некоторых они являются частью общего национального плана действий. Российская Федерация такую информацию в ВОЗ не представила, но план должен разрабатываться согласно Распоряжению Правительства от № 3183-р от 25 декабря 2019 г. [40], в том числе Минздравом России. В другом документе ВОЗ обоснована необходимость действий по снижению выбросов парниковых газов с позиции сохранения здоровья населения [49]. Европейским Бюро ВОЗ совместно с другими международными организациями создана рабочая группа «Изменение здоровья в меняющемся климате», в которую вошел и представитель Российской Федерации. На протяжении 15 лет после проведения Российской академией медицинских наук первой конференции по оценке воздействия климатических изменений на здоровье населения (2006 г.) по этой проблеме были проведены исследования, результаты которых представлены во многих публикациях [4–43]. Европейским Бюро ВОЗ при поддержке Минздрава России и Правительства Архангельской области был выполнен проект разработки стратегии адаптации к воздействию изменения климата на здоровье населения для Архангельской области и Ненецкого автономного округа [5, 8, 41]. Модель этого проекта в определенной степени может быть примером региональных планов действий по адаптации к климатическим изменениям. Для мегаполисов и других больших городов безусловно полезен опыт Москвы, где после аномальной жары 2010 г. разработан План действий Правительства Москвы, утвержденный мэром столицы. В данном обзоре содержатся некоторые итоги исследований по этой проблематике.

## **ПОТЕПЛЕНИЕ КЛИМАТА В РОССИИ**

По данным Росгидромета, скорость роста среднегодовой температуры в стране за 1976–2020 гг. составила 0,51°C/10 лет, что в 2,5 раза выше скорости роста глобальной температуры. Риски здоровью от климатических изменений достаточно разнообразны, на территории России с различными климатическими условиями можно выделить несколько основных направлений, которые необходимо учитывать при разработке раздела по здравоохранению в НАП. В первую очередь рекомендуется уточнить наиболее уязвимые территории и группы населения. Наиболее уязвимые территории при потеплении климата – запад и юг европейской части России, в том числе Республика Крым, Восточная Сибирь, Арктика, особенно отдельные районы Якутии и Чукотки. Ожидается, что через 20–30 лет в наиболее неблагоприятных климатических условиях окажутся жители крупных южных городов, особенно Астрахани, где наблюдаются длительные волны жары, приводящие к избыточной смертности [39]. Продолжающаяся аридизация территории Калмыкии, Волгоградской области, Краснодарского края и других южных областей увеличит поступление пыли в атмосферный воздух, что также негативно скажется на показателях здоровья населения и осложнит эпидемиологическую обстановку.

## **РИСКИ ЗДОРОВЬЮ ОТ АНОМАЛЬНО ВЫСОКИХ И НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР**

От таких температур больше всего страдают люди в возрасте 65+, с хроническими заболеваниями, сниженной мобильностью, инвалиды, беременные, младенцы. Кроме того, в группу повышенного внимания медиков должны войти и коренные малочисленные народы Севера и других регионов страны (Северный Кавказ, Республика Алтай и др.), так как потепление климата затрудняет традиционное природопользование, влияет на условия хранения продуктов, затрудняет своевременное оказание медицинской помощи.

Меры по адаптации в здравоохранении можно условно разделить на несколько основных направлений, каждое из которых требует взаимодействия с различными секторами государственного управления. Применительно к городскому населению и особенно жителям мегаполисов – это развитие системы раннего предупреждения о наступлении волн жары. Гидрометцентр России совместно с МГУ им. Ломоносова и рядом европейских метеорологических организаций разработал новую систему численного моделирования погоды, что даст возможность медицинским учреждениям заблаговременно подготовиться к волнам жары и соответственно к необходимым мерам коммуникации [13]. Такая система позволяет снизить избыточную смертность с одновременным использованием комплекса профилактических мер со стороны региональных властей. Например, в Германии метеорологическая служба ежедневно утром сообщает о возможном наступлении периода жары. Частота волн жары будет увеличиваться по мере потепления климата, соответственно ожидается и увеличение числа смертельных исходов. В Москве волна жары летом 2010 г., продолжавшаяся 44 дня, привела к 55 тыс. избыточных случаев смерти на европейской части России, в том числе 11 тыс. случаев в Москве [28]. Детальное изучение этой экстремальной ситуации совместно с Институтом экологической медицины Каролинского института (Швеция) позволило дифференцировать вклад аномально высоких температур и загрязнения атмосферного воздуха в избыточную смертность. Это исследование позволило разработать шкалу баллов опасности жары и повышенного уровня загрязнения атмосферного воздуха, включенную в План действий органов исполнительной власти Москвы по снижению воздействия жары и загрязнения атмосферного воздуха на здоровье населения [35]. Экономические потери от избыточной смертности москвичей в результате воздействия длительной жары и высокого уровня загрязнения атмосферного воздуха летом 2010 г., определенные исходя из концепции полезности и актуарных подходов, составляют 97–123 млрд. руб. или 1,23–1,57%

ВРП столицы [25]. Одна из причин столь высоких показателей – неготовность системы здравоохранения и управляющих структур к эффективным действиям во время таких ситуаций. В последующие годы в Москве стационары получили необходимые системы кондиционирования воздуха; автономные установки энергоснабжения и другое оборудование для бесперебойной работы в экстренных ситуациях.

После жары 2010 г. академик Е. М. Чазов инициировал проект по разработке системы комплексной профилактики осложнений сердечно-сосудистых заболеваний, которая была создана за несколько лет [1, 43]. 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 осложнений таких больных [42, 43].

Аномальная жара летом 2010 г. в Москве явилась причиной разработки в Москве специального Плана действий органов исполнительной власти города по снижению воздействия жары и загрязнения атмосферного воздуха на здоровье населения, включающего:

- систему раннего оповещения о вероятности возникновения аномальной жары, а также других экстремальных метеорологических явлений и повышенном загрязнении атмосферного воздуха;
- порядок действий органов исполнительной власти при наступлении и во время жары план информирования населения об аномальной жаре и загрязнении атмосферного воздуха;
- план ежегодных и оперативных мероприятий снижения воздействия жары и высокого загрязнения воздуха на здоровье населения;
- концепцию среднесрочных мероприятий по защите здоровья населения от жары и высокого загрязнения воздуха;
- порядок надзора и оценки эффективности реализации Плана действий.

В плане действий участвуют департаменты здравоохранения, социальной защиты населения, природопользования и охраны окружающей среды и др., префектуры и управы

районов. Между тем в настоящее время явно недостаточно информационных материалов (проспекты, информационные листовки, ролики, передачи в СМИ) для населения о защитных мерах во время жары, включая питьевой режим, особенности питания, одежды, правилах кондиционирования и др. Блоки таких материалов должны распространяться первичным звеном медицинской помощи и находиться в поликлиниках, больницах, центрах социальной защиты, государственных и частных домах престарелых и инвалидов. При этом особо пристальное внимание должно уделяться жителям центров мегаполисов с плотной застройкой, учитывая наличие «островов тепла» в таких городах. Полезен опыт действий во время жары в Париже с привлечением волонтеров для посещения лиц старшего возраста, с низким социально-экономическим положением, проживающих на верхних этажах зданий. Действенная мера защиты здоровья работающих во время жары – изменение графика работ с перерывом в часы наибольших температур, что широко используется в южных странах.

В планах адаптации к периодам жары для принятия своевременных управленческих

решений важна информация о температурных порогах, при которых смертность населения значительно возрастает (таблица).

Такие модели смертности в зависимости от продолжительности температурных волн жары и холода разработаны для ряда городов, расположенных в различных климатических зонах, но необходимо развивать подобные исследования в первую очередь на наиболее уязвимых территориях – в Крыму, Калмыкии, в 12-ти городах с повышенным уровнем загрязнения атмосферного воздуха и включенных в Федеральный проект «Чистый воздух». Сопоставление эффектов разных типов температурных волн демонстрирует большую опасность длинных волн для здоровья населения.

Таким образом, систематизация результатов исследований смертности во время температурных волн показывает, что волны жары приводят к более значительному приросту смертности от всех причин, чем волны холода, в городах с умеренным континентальным климатом по сравнению с городами в других климатических зонах. Именно в центрах мегаполисов с высокой концентрацией высотных зданий, скоплением автотранспорта, недостатком

Таблица

**Относительные риски смертности во время волн жары в городах различных климатических зон России [29]**

Город (население на середину периода исследования)	$RR_{heat}^*$	
	30–65 лет	65+
Архангельск	1,03	1,14**
Мурманск	1,08	1,01
Якутск	1,04	1,03
Магадан	1,44	1,23
Волгоград	1,25**	1,39**
Ростов-на-Дону	1,20**	1,39**
Астрахань	1,42**	1,58**
Краснодар	1,24**	1,37**
Красноярск	1,10	1,14**
Санкт-Петербург	1,01	1,09
Москва	0,92**	1,12**
Владивосток	1,17**	1,09

\*  $RR_{heat}$  – относительные риски смертности во время волн жары.

\*\* риск значим на 95% уровне.

зеленых насаждений возникают острова жары с наибольшей температурой.

Обобщение результатов исследований двух наиболее чувствительных климатозависимых заболеваний (инфаркт и инсульт) в различных городах России по сопоставимым методикам и в период исследований приводят к выводу, что при высоких температурах в наибольшей степени увеличивалась избыточная смертность от ишемической болезни сердца и инсультов в южных городах: Астрахани, Волгограде, Краснодаре и Ростове-на Дону. Предположение о том, что жители южных городов адаптированы к высоким температурам, не подтвердилось, в этих городах относительный прирост смертности выражен даже в большей степени, чем в северных городах.

В мегаполисах с их относительно широкими (по сравнению с другими территориями) финансовыми возможностями наиболее реальны меры адаптации к изменениям климата всего городского хозяйства, в том числе его социального блока, посредством эффективных действий городских властей, поддерживаемых грамотным управлением на разных уровнях.

Аномально низкие температуры также вызывают определенные риски здоровья, вплоть до обморожений и смертельных исходов, но в России разработана и используется достаточно надежная система защиты от холода, включая использование необходимых средств индивидуальной защиты, рациональные режимы труда и отдыха на открытых территориях и другие меры. Однако во время сильных морозов существует проблема гибели или обморожений людей с алкогольной интоксикацией, бездомных, лиц с ограниченной мобильностью. Полезен опыт Торонто в Канаде, где департамент общественного здравоохранения отвечает за разработку и распространение образовательных ресурсов о влиянии холодной погоды на условия проживания и здоровье, содействует в организации пунктов выдачи горячих напитков, питания и тёплой одежды, работе с бездомными людьми, мониторингом состояния улиц и транспортной ситуации.

## ПОТЕПЛЕНИЕ КЛИМАТА И РИСКИ ЗДОРОВЬЮ В АРКТИЧЕСКОМ МАКРОРЕГИОНЕ

Российские исследования посвящены также проблемам здоровья в Арктическом макрорегионе, возникающим при потеплении климата. В результате этих процессов происходит нарушение традиционного природопользования коренными народами Севера, разрушение мест хранения продуктов на территориях многолетних мерзлых грунтов, возможно инфицирование продуктов питания, увеличение случаев травматизма. В северных населенных пунктах увеличивается смертность населения в период аномально высоких температур. Эпидемиологическая ситуация здесь осложняется из-за постепенного продвижения клещевого энцефалита в северном направлении [59, 60], разрушения скотомогильников, расположенных на многолетней мерзлоте. Наибольшее их число находится в Архангельской области, республиках Карелия, Коми и Якутия [53]. По архивным данным в Республике Саха (Якутия) за период с 1811 по 2018 гг. произошло 739 эпизоотий среди животных, погибли от сибирской язвы 29 чел., расположены 244 стационарно неблагополучных пункта, последняя вспышка здесь произошла в 1993 г. [16]. При разрушении мерзлоты возможно появление трупов оленей в исторических местах их захоронения. В результате аномально высоких летних температур, которые привели на Ямале к увеличению глубины сезонного таяния мерзлоты до 2-х метров, произошла вспышка сибирской язвы среди населения, которая была быстро купирована [24]. Для оценки риска возникновения новых проявлений этого заболевания на основании метеорологических данных, числа могильников по муниципальным округам и плотности населения разработаны риски «территориальной опасности» и «популяционной опасности» таких территорий [36]. Важно отметить, что за последние годы унифицирован алгоритм, и разработана методика комплексного эпидемиологического и эпизоологического обследования скотомогильников [15].

### ПОТЕПЛЕНИЕ КЛИМАТА И ИНФЕКЦИОННЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ

Изучение влияния климатических изменений на возникновение и течение инфекционных болезней в отличие от другой патологии представляет особую трудность, так как необходимы понимание факторов, зависящих от организма человека, исследование природных резервуаров, многочисленных переносчиков инфекций, патогенной микрофлоры для человека и животных, которая постоянно изменяется. Один из примеров такого комплексного влияния – Лихорадка Западного Нила (ЛНЗ). Жаркая и засушливая весна, начало и конец летнего периода, теплая и продолжительная осень, теплая зима стали факторами, определившими резкое повышение уровня заболеваемости ЛНЗ на европейской территории Российской Федерации [2].

Поэтому необходимы: оперативный мониторинг заболеваемости по условиям заражения; тяжести клинического течения; летальности и другим показателям эпидемиологического анализа; контроль за циркуляцией возбудителя ЛНЗ и другие меры. Проведение неспецифических профилактических мероприятий осуществляют посредством комплекса методов и средств дезинсекции и индивидуальной защиты [34].

С потеплением климата связывают и рост числа случаев Крымской геморрагической лихорадки, вспышки которой регистрировались за последние годы. За 2000–2019 гг. произошло расширение территорий, где регистрируется это заболевание, до северных районов Волгоградской области [19]. В дальнейшем по мере потепления климата эта лихорадка может перейти и на другие территории [48]. В последние годы во многих странах мира наблюдается тенденция к росту заболеваемости населения и расширение ареала паразитоза-дирофиляриоза человека. Основные факторы, способствующие этому расширению, – изменение погодноклиматических условий (повышение числа дней с температурой выше пороговой – 14°C). Случаи местной передачи дирофиляриоза отмечены на северо-западных российских территориях [51],

а также в государствах Северной Европы [52]. Более подробно влияние потепления климата на инфекционную заболеваемость рассмотрено в следующих публикациях [11, 21, 22, 34].

### ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И ОБЩЕСТВЕННОЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЕ

Последствия изменения климата для объектов общественного здравоохранения можно рассматривать по двум основным направлениям. Первое – влияние деградации многолетних мерзлых грунтов на фундаменты объектов здравоохранения. Такие грунты присутствуют на 60% российской территории, на такой мерзлоте находится почти вся территория Республики Саха (Якутия), часть сибирских территорий – север Красноярского края, Иркутской, Кемеровской области, ХМАО, Бурятии, Забайкальского края; дальневосточных территорий – Хабаровского края, Чукотского АО, Камчатского края. На европейской части – это НАО, север Республики Коми и Свердловской областей. Общая численность городского населения на территориях распространения сплошных мерзлых грунтов составляет около 400 тыс. жителей, на островной и прерывистой мерзлоте – 1 млн. человек [3]. Выраженность деградации таких грунтов различна, это зависит от глубины промерзания и других факторов, и наиболее выражены эти процессы в Арктическом макрорегионе, где происходит наиболее интенсивное потепление климата. Увеличение среднегодовой глобальной температуры воздуха на 2°C приведет к полному оттаиванию мерзлых пород на 15–20% в Арктике, но по другим прогнозам этот процесс охватит большие территории.

Деградация многолетней мерзлоты влияет на устойчивость зданий здравоохранения, инженерных сооружений, различных конструкций. Поэтому для общественного здравоохранения важны проблемы сохранности медицинских учреждений и транспортных систем для оказания своевременной помощи. При повышении температуры верхних горизонтов многолетних мерзлых грунтов на глубине до 10 м. они разрушаются, а вслед за ними – здания

здравоохранения, жилые здания, инженерные сети, автомобильные дороги [9].

Наиболее интенсивно разрушение многолетних мерзлых грунтов происходит в Ненецком АО, республике Коми, Ямало-Ненецком АО, Ханты-Мансийском АО, Красноярском крае, республике Саха (Якутия), Магаданской области, Чукотском АО. Средние ожидаемые дополнительные расходы на восстановление объектов здравоохранения могут достичь 60 млрд. руб. в 2021–2050 гг., или 2 млрд. руб. в год [26]. При дальнейшем планировании размещения новых объектов здравоохранения необходимо учитывать происходящие процессы разрушения многолетних мерзлых грунтов, и по ряду территорий такие уже выполнены.

Другая проблема общественного здравоохранения, связанная с изменением климата, – затруднения транспортной доступности медицинских учреждений на северных территориях из-за разрушения дорог. Например, в Европейской части Арктики в 673 населенных пунктах проживает около 1,6 млн. чел., из них в 293 поселениях 63 тыс. чел. транспортно-изолированные [4]. В некоторых районах Архангельской области проблемы с транспортной доступностью существуют у 40% населенных пунктов, у четверти населения время движения до больницы или поликлиники составляет 1–1,5 часа, в зимний период проблемы могут возникнуть примерно у половины населения [46]. Такая же ситуация существует и в Сибири, где при временном закрытии существующих зданий медицинских учреждений часть населения Красноярского края, республики Саха (Якутия), Ненецкого, Ямало-Ненецкого, Чукотского автономных округов, Магаданской области будет вынуждена обращаться за медицинской помощью в отдаленные поликлиники/стационары.

Зарубежный опыт разработки НАП или отдельных мероприятий по защите здоровья населения от климатических рисков свидетельствует о большой значимости определения температурных порогов высоких температур, которые необходимы здравоохранению и другим управляющим структурам для своевременного принятия соответствующих профилактических мер, важна также роль систем раннего предупреждения

о наступлении аномальной жары. Например, в Филадельфии такая система предусматривает трехступенчатую процедуру предупреждения. Преимущество этого метода – в градации планов ответных мер в соответствии с повышением уверенности в прогнозе, обеспечивая максимальную заблаговременность – вдвое суток для принятия мер вмешательства. Это дает руководству общественного здравоохранения возможность оценить издержки принятия ответных мер в сопоставлении с риском населения. Однако возник вопрос об экономической эффективности таких систем и обоснованности затрат на ее создание и функционирование.

Планы адаптации некоторых стран включают действия по снижению рисков для людей с аллергическими заболеваниями, так как меняется время вегетации некоторых растений. Во время гроз и ураганов, повторяемость которых в определенной степени связывают с изменением климата, происходит массированный выброс небольших частиц пыльцы, которые проникают в нижние респираторные пути, что ведет к увеличению частоты приступов бронхиальной астмы [50].

В этом обзоре не рассматриваются вопросы развития общественного здравоохранения при стихийных бедствиях – наводнениях, тайфунах, ледяных дождях и других, так как достаточно надежно налажена координация с МЧС, Роспотребнадзором и другими структурами, занимающимися ликвидацией последствий, хотя в дальнейшем необходимо будет учесть и новые наилучшие практики в этой области экстремальной медицины.

На конференции в Глазго здравоохранение рассматривалось не только как реципиент финансирования, но и как источник парниковых газов. Действительно, существует их эмиссия от тысяч зданий, котельных, санитарного транспорта и других объектов, поэтому в дальнейшем предстоит инвентаризация парниковых газов, и будет необходимо принимать меры по их снижению. Потепление климата надо рассматривать как значительную угрозу демографическому состоянию страны и как фактор риска, наносящий ущерб не только здоровью, но и экономике страны.

Исследование выполнено в рамках темы  
ИНП РАН № 168.5 «Составление и уточнение  
кратко-, средне- и долгосрочных прогнозов по

развитию социального сектора экономики». Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## 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; 8:45–51.
2. Алексейчик И.О., Путинцева Е.В., Смелянский В.П., Бородай Н.В., Алиева А.К., Агаркова Е.А. и др. Особенности эпидемической ситуации по лихорадке Западного Нила на территории Российской Федерации в 2018 г. и прогноз ее развития на 2019 г. // Проблемы особо опасных инфекций. 2019; 1:17–25. DOI:10.21055/0370-1069-2019-1-17-25.
3. Бадина С.В. Количественная оценка уязвимости социально-экономического потенциала Российской Арктики в зоне деградации вечной мерзлоты // Региональные исследования. – 2017. – № 3. – С. 107–116.
4. Бадина С.В., Панкратов АА, Янков К.В. Проблемы транспортной доступности изолированных населённых пунктов Европейского сектора Арктической зоны России, ИнтерКарто // ИнтерГИС. – 2020. – Т. 26. – № 1. – С. 305–318.
5. Балаева Т.В., Болтенков В.П., Бузинов Р.В. и др. Оценка уязвимости и способности адаптации здоровья к изменению климата в Архангельской области и Ненецком автономном округе Российской Федерации Архангельск: Триада, 2012 – 90 с.
6. Бойцов С.А., Лукьянов М.М., Деев А.Д., Кляшторный В.Г., Иваненко А.В., Волкова Н.С. и др. Влияние экологических факторов на смертность населения Москвы: возможности рисков и прогнозирования // Российский кардиологический журнал. 2016; (6): С. 34–40.
7. Бойцов С.А., Лукьянов М.М., Деев А.Д., Кляшторный В.Г., Иваненко А.В., Волкова Н.С. и др. Влияние экологических факторов на смертность населения Москвы: возможности рисков и прогнозирования // Российский кардиологический журнал. 2016; (6): 34–40.
8. Варакина Ж.Л., Юрасова Е.Д., Ревич Б.А. и др. Оценка влияния температуры воздуха на смертность населения Архангельска в 1999–2008 годах // Экология человека. – 2011. – № 6. – С. 28–36.
9. Васильев А.А., Гравис А.Г., Губарьков А.А. и соавт. Деградация мерзлоты: результаты многолетнего геоэкологического мониторинга в западном секторе Российской Арктики // Криосфера Земли. – 2020. – № 2. – С. 15–30.
10. Вильфанд Р.М., Киктев Д.Б., Ривин Г.С. На пути к прогнозу погоды для мегаполисов. В кн: Сборник тезисов докладов международной конференции, посвященной столетию со дня рождения академика А.М. Обухова. «Турбулентность, Динамика атмосферы и климата». Долгопрудный: «Физматкнига»; 2018: 7.
11. Ганушкина Л.А., Дремова В.П. Комары *Aedes aegypti* L. и *Aedes albopictus* Skuse – новая биологическая угроза для юга России // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. – 2012. – № 3. – С. 49–55.
12. Гарганеева А.А., Кужелева Е.А., Горбатенко В.П., Округин С.А., Кужевская И.В. Особенности развития и течения острой коронарной недостаточности в период экстремально жарких погодных условий // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2017. – Т. 16. – № 5. – С. 52–56.
13. Григорьева Е.А., Христофорова Н.К. Биоклимат Дальнего Востока России и здоровье населения // Экология человека. 2019; 5: 4–10. DOI: 10.33396/1728-0869-2019-5-4-10.
14. Груздева А.Ю., Яковлев М.Ю., Датий А.В., Королев Ю.Н. Влияние климатических условий на организм человека // Вестник восстановительной медицины. – 2019. – № 3. – С. 25–28.
15. Дугаржапова З.Ф., Чеснокова М.В., Иванова Т.А., Косилко С.А., Балахонов С.В. Совершенствование методических подходов к обследованию сибиреязвенных захоронений и скотомогильников // Проблемы особо опасных инфекций. – 2019. – № 4. С. 41–47. DOI:10.21055/0370-1069-2019-4-41-47.
16. Дягилев Г.Т., Неустроев М.П. Эпидемиологическая и эпизоотическая ситуация по сибирской язве в Республике Саха (Якутия) // Ветеринария и кормление. – 2019. – № 7. – С. 11–13.
17. Ключева М.В., Школьник И.М., Рудакова Ю.Л., Павлова Т.В., Ефимов С.В., Катцов В.М. Влияние изменения климата на уровень роста сердечно-сосудистых заболеваний в Ленинградской области // Метеорология и гидрология. – 2021. – №5. – С. 99–112.
18. Козловская И.Л., Булкина О.С., Лопухова В.В. Жара и сердечно-сосудистые заболевания (обзор эпидемиологических исследований) // Терапевтический архив. – 2015. – № 9. – С. 84–90. DOI: 10.17116/terarkh201587984-90.
19. Куличенко А.Н., Прислегина Д.А. Крымская геморрагическая лихорадка: климатические предпосылки изменений активности природного

- очага на юге Российской Федерации // Инфекция и иммунитет. – 2019. – Т. 9. – № 1. – С. 162–172. DOI: 10.15789/2220-7619-2019-1-162-172.
20. Луцицкая И.О., Белая Н.И. Риски угроз здоровью населения от воздействия волн жары на Юго-Востоке Западной Сибири и проблемы адаптации. Труды главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова. – 2018. – № 591. – С. 141–155.
  21. Малеев В.В. Изменения климата и инфекционная патология. Современные проблемы оценки, прогноза и управления экологическими рисками здоровью населения и окружающей среды, пути их рационального решения. Материалы III Международного форума Научного совета Российской Федерации по экологии человека и гигиене окружающей среды. – 2018. – С. 221–223.
  22. Малхазова С.М., Крайнов В.Н., Шартова Н.В. Прогноз влияния потепления на распространенность малярии. В кн. Эколого-географические последствия глобального потепления климата XXI века на Восточно-Европейской равнине и в Западной Сибири. Под ред. Н.С. Касимова и А.В. Кислова. – М.: МАКС Пресс. – 2011. – С. 389–408.
  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. Опыт ликвидации вспышки сибирской язвы на Ямале в 2016 году. Под ред. А.Ю. Поповой и А.Н. Куличенко. Ижевск: ООО «Принт-2», 2017. – 313 с.
  25. Порфирьев Б.Н. Экономическая оценка людских потерь в результате чрезвычайных ситуаций // Вопросы экономики. – 2013; 1:46–68.
  26. Порфирьев Б.Н., Елисеев Д.О., Стрелецкий Д. Экономическая оценка последствий деградации вечной мерзлоты для объектов здравоохранения северных регионов России // Вестник Российской академии наук. 2021 (в печати).
  27. Рахманин Ю.А., Бобровницкий И.П., Яковлев М.Ю. Научные и организационно-методические подходы к формированию и реализации программ противодействия неблагоприятному воздействию глобальных изменений климата на здоровье населения Российской Федерации // Гигиена и санитария. – 2018. – №11. – С. 1005–1010. DOI: 10.18821/0016-9900-2018-97-11-1005-10.
  28. 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.
  29. Ревич Б.А. Климатические риски здоровью жителей мегаполисов различных климатических зон. В кн.: Человек в мегаполисе. Опыт междисциплинарного исследования / под ред. Б.А. Ревича и О.В. Кузнецовой. М.: ЛЕНАНД. – 2018. – С. 340–375.
  30. Ревич Б.А., Шапошников Д.А., Анисимов О.А., Бело-луцкая М.А. Волны жары и холода в городах, распо-  
ложенных в Арктической и субарктической зонах как факторов 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.
  31. Ревич Б.А. Волны жары в мегаполисах и пороги их воздействия на смертность населения // Гигиена и санитария. – 2017. – Т. 96. – № 11. – С. 1073–1078. DOI: 10.18821/0016-9900-2017-96-11-1073-1078.
  32. Ревич Б.А., Малеев В.В. Изменения климата и здоровье населения России: Анализ ситуации и прогнозные оценки (2 изд.). – М.: ЛЕНАНД, 2021. – 210 с.
  33. Ревич Б.А., Малеев В.В., Смирнова М.Д., Пшеничная Н.Ю. Российский и международный опыт разработки планов действий по защите здоровья населения от климатических рисков // Гигиена и санитария. – 2020. – Т. 99. – № 2. – С. 176–181.
  34. Ревич Б.А., Малеев В.В., Смирнова М.Д. Изменение климата и здоровье: оценки, индикаторы, прогнозы. Под редакцией д.м.н., проф. Ревича Б.А., и к.ф.-м.н. Кокорина А.О. Москва: ИНП РАН, 2019–196 с. DOI: 10.33029/0016-9900-2020-99-2-176-181.
  35. Ревич Б.А., Шапошников Д.А., Авалиани С.Л. и соавт. Оценка опасности для здоровья населения Москвы высокой температуры и загрязнения атмосферного воздуха // Гигиена и санитария, 2015. – №1. – С. 36–40.
  36. Ревич Б.А., Шапошников Д.А. и соавт. Зонирование административных районов Российской Арктики по степени опасности разрушения скотомогильников в результате деградации многолетней мерзлоты // Анализ риска здоровью. – 2021. – №1. – С. 115–125.
  37. 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.
  38. Ревич Б.А., Шапошников Д.А., Харькова Т.Л. Особенности воздействия волн жары и холода на смертность населения Красноярск – города с резко-континентальным климатом // Сибирское медицинское обозрение. – 2017. – № 2. – С. 84–90. DOI: 10.20333/2500136-2017-2-84-90.
  39. Ревич Б.А., Шапошников Д.В., Подольная М.А., Харькова Т.Л., Кваша Е.А. Волны жары в южных городах Европейской части России как фактор риска преждевременной смертности населения // Проблемы прогнозирования. – 2015. – № 2. – С. 55–67.
  40. <http://www.Static.government.ru> (Дата обращения: 10.11.2021).
  41. Сидоров П.И., Меньшикова Л.И., Бузинов Р.В. и соавт. Стратегия адаптации к воздействию изменения климата на здоровье населения для Архангельской области и Ненецкого автономного округа. Министерство здравоохранения и социального развития Архангельской области. Архангельск. 2012. Изд. ООО «Триада». – 98 с.

42. Смирнова М.Д., Агеев Ф.Т., Свирида О.Н., Конова-лова 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, 12(4): 56–61.
43. Смирнова М.Д., Фофанова Т.В., Яровая Е.Б., Агеев Ф.Т. Прогностические факторы развития сердечно – сосудистых осложнений во время аномальной жары 2010 г. (когортное наблюдательное исследование) // Кардиологический вестник. 2016; 1(9):43–51.
44. Чазов Е.И., Бойцов А.И. Влияние аномального повышения температуры воздуха на смертность населения // Терапевтический архив. – 2012. – № 1. – С. 29–36.
45. Черных Д.А., Тасейко О.В. Оценка риска от температурных волн, влияющих на повышение уровня смертности населения г. Красноярска // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. – 2017. – Т. 2. – № 13. – С. 678–680.
46. Шартова Н.В., Грищенко М.Ю., Ревич Б.А. Оценка территориальной доступности медицинских учреждений по открытым данным на примере Архангельской области // Социальные аспекты медицины. [Электронный журнал]. Vestnik.mednet.ru/content/view/1114/27/lang.ru (Дата обращения: 10.11.2021).
47. Шартова Н.В., Шапошников Д.А., Константинов П.И., Ревич Б.А. Температура воздуха и смертность: исследование пороговых значений жары и чувствительности населения на примере г. Ростов-на-Дону // Фундаментальная и прикладная климатология. – 2019. – Т. 2. – С. 66–94. DOI: 10.21513/2410-8758-2019-2-66-94.
48. Ясюкевич В.В., Попов И.О. Расширение климатического нозоареала Крымской геморрагической лихорадки на территории России и соседних стран в условиях предполагаемого изменения климата // Фундаментальная и прикладная климатология. 2020. – Т. 3.3. – С. 120–134.
49. COP26. Special report on climate change and health: the health argument for climate action. Geneva: World Health Organization; 2021. (<https://www.who.int/publications/i/item/cop24-special-report-health-climate-change>, accessed 15 October 2021, дата обращения 10.11.2021).
50. D'Amato G., Liccardi G., Frenguelli (2007) Thunderstorm-asthma and pollen allergy. Allergy 62(1):11–16.
51. Ermakova L., Nagorny S., Pshenichnaya N., Ambalov Y., Boltachiev K. // Clinical and laboratory features of human dirofilariasis in Russia. 2017. IDCases. 2017; 9: 112–115. <https://doi.org/10.1016/j.idcr.2017.07.006>.
52. Pietikäinen R., Nordling S., Jokiranta S., Saari S., Heikkinen P., Gardiner C. et al. *Dirofilaria repens* transmission in southeastern Finland // Parasit Vectors. 2017; 10(1): 561. DOI: 10.1186/s13071-017-2499-4.
53. Revich B.A., Podolnaya M.A. Thawing of permafrost may disturb historic cattle burial grounds in East Siberia. Global Action Plan, 2011. 4. DOI: 10.3402/gva.v4i0.8482
54. Revich B.A., Tokarevich N.K., Parkinson A. Climate change and zoonotic infections in Russia Arctic // International Journal of Circumpolar Health, 2012, 71, 187–192. DOI: 10.3402/ijch.v71i0.18792.
55. Revich B.A., Shaposhnikov D.A., Shkolnik I.M. Projections of temperature-dependent mortality in Russian subarctic under climate change scenarios: a longitudinal study across several climate zones. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. vol.606 012050, 2020. DOI: org/10.1088/1755–1315/606/1/012050.
56. Shaposhnikov D., Revich B. Towards meta-analysis of impacts of heat and cold waves on mortality in Russian North // Urban Climate. – 2016. – Vol. 15. – P. 16–24. DOI: 10.1016/j.uclim.2015.11.007.
57. Shaposhnikov D., Revich B., Bellander T., Bedada G., Bottai M., Kharkova T., Kvasha E., Lezina E., Lind T., Semutnikova E., Pershagen G. Mortality related to air pollution with the Moscow heat wave and wildfire of 2010 // Epidemiology. – 2014. – Vol. 25. – № 3. – P. 359–364. DOI: 10.1097/EDE.0000000000000090.
58. Shatrova N., Shaposhnikov D., Konstantinov P., Revich B. Cardiovascular mortality during heat waves in temperature climate: an association with bioclimatic indices. Int.J of Environmental Health Research, 2018 28(5): 522–534. DOI: 10.1080/09603123.2018.1495322.
59. Tokarevich N., Stoyanova N., Gnativ B., Kazakovtsev S., Blinova O., Revich B. Seroprevalence of tick-borne diseases in the population of the European North of Russia. Medical Safety and Global Health. – 2017. – Vol. 6. – 1, DOI: 10.4172/2574–0407.1000132.
60. Tokarevich N.K., Tronin A.A., Blinova O.V. et al. The impact of climate change on the expansion of *Ixodes persulcatus* habitat and on the incidence tick-borne encephalitis in the north of European Russia // Global Health Action Plan, 2011. 4: 8448 – DOI: 10.3402/gha.v4i0.8448.
61. WHO health and climate change global survey report. Geneva: World Health Organization. [https://www.who.int/health-topics/climate-change#tab=tab\\_1](https://www.who.int/health-topics/climate-change#tab=tab_1) (Дата обращения: 10.11.2021).

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ/ABOUT THE AUTHOR

**Ревич Борис Александрович** – д-р. мед. наук, профессор, главный научный сотрудник и заведующий лабораторией прогнозирования качества окружающей среды и здоровья населения, ФГБУН Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН, г. Москва, Россия.

**Boris A. Revich** – MD, Ph.D., D.Sc. (Medicine), Professor, Head of the Environment Quality and Public Health Laboratory, Institute of Economic Forecasting of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia.  
ORCID: 0000-0002-7528-6643. E-mail: [brevich@yandex.ru](mailto:brevich@yandex.ru)