

**РИСКИ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ  
КЛИМАТА АРКТИЧЕСКОГО МАКРОРЕГИОНА**

DOI: 10.47711/2076-318-2020-395-408

*Введение.* Постоянное повышение температуры наиболее выражено в Арктическом регионе. Скорость роста температурных аномалий на приполярных территориях также втрое выше среднемировой скорости потепления. Поэтому столь актуальна разработка в рамках национального плана адаптации (НАП) отдельного плана по Арктическому макрорегиону, в том числе и по вопросам охраны здоровья. Эти вопросы уже частично были рассмотрены в предыдущей статье [1], но без учета особенностей Арктики. Кроме того, после подготовки указанной статьи авторитетный медицинский журнал *Lancet* опубликовал обширный отчет о результатах работы большой международной группы исследователей из 35-ти академических учреждений со всех континентов об изменениях климата и их влиянии на здоровье населения, а также оценки выполнения обязательств, принятых правительствами в соответствии с Парижским соглашением [2]. Особенность изменений климата в российской Арктике – не только увеличение летних температур, но также повышение частоты волн жары, более продолжительный теплый весенний период. Волны жары представляют особую опасность для здоровья, поэтому они наиболее детально изучаются в разных странах мира. По глобальным оценкам в 2018 г. воздействию волн жары были подвержены на 11 млн. чел. больше, чем в 2015 г. Экономический ущерб от температурных волн оценивается на основе расчетов дополнительной смертности населения трудоспособного возраста, ограниченной работоспособности, инвалидизации из-за осложнений климатозависимых заболеваний, например, инсульта. Так, в 2018 г. в мире были потеряны 133,6 млрд. потенциальных рабочих часов, что на 45 миллиардов больше уровня 2000 г. [2]. Оценки потери производительности труда при превышении 24°C колеблются от

0,8 до 5% [3, с. 523]. На воздействие аномальной жары наиболее болезненно реагирует население старшего возраста. Так, в Европе эти явления – причина от 1 до 10% смертельных исходов людей старше 75 лет. По прогнозам ВОЗ за 2030-2050 гг. климатические изменения могут повлечь 250 тыс. случаев дополнительной смерти [4]. В России по среднему варианту демографического прогноза Росстата [5] также произойдет рост численности населения в возрасте 65 лет и старше возрастет с 23,4 млн. чел. в 2021 г. до 27,9 млн. чел. в 2028 г. и до 29,5 млн. чел. к 2036 г., т.е. в целом с 2021 до 2036 гг. на 6,1 млн. чел. Доля населения пожилого возраста постоянно увеличивается и к 2036 г. достигнет 20,6%, т.е. в возрасте 65 лет и старше будет каждый пятый житель России, причем доля пожилых женщин будет значительно больше, чем мужчин, соответственно 25,2 и 15,5%.

*Структура планов адаптации органов управления и населения для Арктического макрорегиона.* Учитывая специфику Арктического макрорегиона, могут быть применены как общие рекомендации ВОЗ для оценки готовности различных служб к климатическим рискам (систем здравоохранения, метеорологической, социальной служб, других органов управления, в первую очередь в населенных пунктах с наиболее выраженными климатическими рисками), так и сугубо арктические рекомендации, учитывающие отдаленность многих поселений от основных учреждений жизнеобеспечения, размещение жилых зданий и инженерной инфраструктуры на территориях многолетних мерзлых грунтов, кочевой образ жизни некоторых общин коренных малочисленных народов севера (КМНС), особенности их традиционного природопользования и другие. К общим показателям, которые необходимо подготовить, относятся: усиление системы ранних метеорологических предупреждений о наступлении жары и высоком уровне загрязнения атмосферного воздуха, наводнениях; определение численности наиболее уязвимых групп населения на отдельных территориях, в том числе в возрасте 65 лет или старше, численность населения, подвергающихся воздействию загрязненного воздуха и особенно мелкодисперсными частицами размером PM<sub>2.5</sub> и PM<sub>10</sub>мкм. Мониторинг таких частиц необходим и в частном жилом секторе, использующим уголь, что приводит к загрязнению воздуха комплексом токсичных веществ в населенных местах вблизи добычи угля в Республике Коми, Рес-

публике Саха (Якутия), на о. Шпицберген и в других местах. Риски здоровью от воздействия этих частиц будут увеличиваться на фоне постепенного роста температуры. Следует отметить, что в мире многие экологически ответственные компании и фонды прекращают или сокращают финансирование угольной отрасли.

План адаптации Арктического макрорегиона к климатическим рискам должен предусмотреть отдельные разделы о рисках здоровью, вызванный деградацией вечной мерзлоты, в долгосрочной перспективе (горизонт оценки до 2050 г.) Вследствие ожидаемой деградации вечной мерзлоты из-за климатических изменений в Арктическом макрорегионе под риском разрушения из-за снижения несущей способности грунта и просадки фундаментов зданий находится более 20 млн. кв. м жилья. Учитывая более низкую среднюю обеспеченность жильем населения Арктики по сравнению с российскими показателями, особенно в Республике Саха (Якутия) и Ямало-Ненецком АО, дополнительное разрушение жилых зданий может привести к резкому ухудшению условий проживания людей. Нарушения работы инженерных систем (водопровод, канализация) может быть причиной возникновения кишечных инфекций. Другие виды инфекций – сибирская язва, туляремия, клещевой энцефалит и другие, зависящие от климатических условий, также активизируются при потеплении, и поэтому для каждой из них должны быть разработаны детальные конкретные профилактические мероприятия. Отдельный раздел плана необходим по механизмам уменьшения рисков здоровью КМНС.

***Опыт северных стран по защите здоровья в условиях аномальной жары.*** Планы адаптации по защите здоровья населения от изменений климата разработаны во многих странах мира, но для российского Арктического макрорегиона наибольший интерес представляет опыт работы в США на Аляске, а также канадских коллег. В канадской провинции Квебек в 2010 г. организована система наблюдений за состоянием здоровья во время экстремальных состояний погоды, и в эти же дни публикуются метеопрогноз на 3 дня, данные о загрязнении воздуха, суточные данные о смертности, заболеваемости, числе вызовов скорой помощи и обращений за медицинской помощью. Одновременно определяются места нахождения наиболее уязвимых групп населения и оценивается ситуация в городских островах жары. В каждом городе вычисляется локальный порог жары по температурно-

влажностному индексу Humidex, при превышении которого местное предупреждение по электронной почте и СМС доводится до медицинских учреждений. Этот биометеорологический индекс включает значение не только температуры, но и влажности воздуха. Министерство окружающей среды Канады выпускает региональное предупреждение для всех территорий Квебека по достижению порогов 30°C по обычной T и 40°C по индексу Humidex. На локальном уровне величина риска для здоровья определяется в реальном времени и рассчитывается число подвергшихся риску жары на день обращения и за прошедшие 15 дней [6]. В канадском Торонто указанные меры дополнены количественными критериями: два или более дня подряд с дневным максимумом выше +31°C и ночным минимумом выше +2°C. Кроме того, определенные действия городских служб регламентируются «чрезвычайным комитетом». Городские экстренные службы – полиция, пожарные, парамедики – имеют специальный бюджет и ресурсы на усиления плана действий. Основным агентством по защите здоровья населения является городской департамент общественного здоровья, который также занимается и обеспечением безопасных условий работы на открытом воздухе в период жары.

**Опыт России по защите здоровья в условиях аномальной жары.** Для предупреждения негативных последствий волн жары Росгидромет планирует повышение качества прогнозов погоды на срок до 5 суток, т.е. появится возможность заблаговременно подготовиться к воздействию волна жары, опасных для здоровья населения. Более того, к 2025 г. Европейский центр среднесуточных прогнозов погоды планирует подготовить оперативную модель с шагом сетки 2 км. [7, с. 7]. Если такая система будет функционировать, то используя знания о температурных порогах, превышение которых приводит к увеличению случаев климатообусловленной смертности, возможно будет заранее мобилизовать медицинскую, социальную и другие службы для минимизации негативных последствий волн жары. Методы определения рисков здоровью на основе изучения ежесуточных показателей смертности и температуры начали развиваться после европейской жары 2003 г., было предложено использовать 97-98% процентиль распределения температуры [8, с. 11-14]. Систематизация наших исследований по российским городам, расположенным в различных климатических зонах, подтвердила обоснованность использова-

ния именно этого показателя [9]. В другом совместном исследовании с Главной геофизической обсерватории им. Воейкова [10, с. 308-310] на основании изучения суточных данных о смертности с 1999 по 2016 г. в трех городах – Мурманске, Архангельске и Якутске – была установлена зависимость ожидаемой смертности от среднесуточной температуры воздуха и определены приросты температурно-зависимой компоненты смертности в каждом из городов. Расчеты проведены для двух сценариев развития потепления: «умеренного» роста выбросов парниковых газов и «быстрого». При «быстром» росте выбросов амплитуда потепления примерно в два раза больше, чем при «умеренном». Зависимость суточных температурных аномалий от сезона наиболее ярко проявляется в Якутске, где летние температуры повысятся к концу XXI в. в «максимальном сценарии» примерно на 3°C, а зимние на 12°C. Установлено, что по мере изменения типа климата – от морского к континентальному увеличиваются зимние температурные аномалии, а летние остаются приблизительно постоянными. В сценарии наиболее быстрого потепления показатели смертности к концу XXI века снизятся по сравнению с концом XX в. на 8% в Мурманске, 2,9% в Архангельске и на 4,6% в Якутске. Эти оценки в несколько раз превышают аналогичные оценки, ранее полученные по той же методике для Северной Европы и Канады [11], что, возможно, связано с более высоким исходным уровнем смертности. Знание температурных порогов воздействия высоких температур на уровень смертности населения Архангельска позволило разработать план действий по снижению этих температурных аномалий. Рекомендации для работников здравоохранения и населения представлены в нашей монографии «Изменение климата и здоровье: оценка, индикаторы, прогнозы» [12].

**Методы адаптации к инфекционным заболеваниям в условиях изменений климата.** Более продолжительный период высокой температуры воздуха, ранняя теплая весна и длительная осень являются причинами распространения определенных видов грызунов-переносчиков, что в свою очередь создает предпосылки существования очагов туляремии, лептоспироза, геморрагической лихорадки с почечным синдромом, псевдотуберкулеза. Эта проблема наиболее актуальна для северных территорий России [13, с. 5]. Изменения климата ведут и к деградации зон вечной мерзлоты. Вопросы изменения этих зон напрямую связаны с рис-

ками природно-очаговых инфекций, в частности, ассоциированных со спорообразующими бактериями. Исследования последних лет показали возможность длительного сохранения жизнеспособных про- и эукариотных микроорганизмов в условиях постоянных отрицательных температур многолетнемерзлых толщ, возраст которых составляет от нескольких тысяч до 2-3 млн. лет. В ходе масштабных исследований по изучению сообществ палеоорганизмов вечной мерзлоты выделены жизнеспособные цисты свободноживущих простейших, находившихся в состоянии криптобиоза в течение десятков и сотен тысяч лет. Это свидетельствует о возможности активации возбудителей инфекционных заболеваний, сохраняющихся в почве на протяжении продолжительного времени, при изменении климата северных регионов Российской Федерации [14, с. 70]. Возможно потенциальное повторное появление сибирской язвы, связанное с таянием вечной мерзлоты в местах захоронения скота, что представляет серьезную опасность в северных регионах Российской Федерации [15]. Наглядный пример – масштабная эпизоотия (массовые инфекционные заболевания животных) сибирской язвы в 2016 г. в ЯНАО. Территория Западной Сибири за Полярным кругом много лет являлась крайне неблагоприятной территорией по сибирской язве из-за многочисленных могильников животных, павших от этого заболевания. Начиная с 1760 г. там произошли более 70 крупных эпизоотий. Эпизоотии обычно возникали в теплое время года среди оленей при контакте с контаминированной возбудителем почвой. С 40-х годов ситуация значительно улучшилась после поголовного охвата вакцинацией животных. В 1931 и 1941 г. зарегистрированы случаи сибирской язвы и у людей. Длительное эпизоотическое благополучие и мнимое представление о самосанации очагов привели к прекращению с 2007 г. вакцинации оленей против сибирской язвы. Температурная аномалия летом 2016 г. достигавшая 29-34°C днем, привела к увеличению глубины сезонного таяния многолетней мерзлоты и возможной вегетации сибирезвенного микроба, его перемещению с межмерзлотными водами к поверхности почвы. Это привело к возникновению крупнейшей эпизоотии среди северных оленей с момента регистрации случаев сибирской язвы. Очевидна необходимость организации системы микробиологического мониторинга в Арктике потенциально опасных для человека микроорганизмов в условиях, изменяю-

щихся экосистем, что приводит к увеличению рисков возникновения ряда заболеваний, часто не свойственных для данного региона. При сокращении территории вечной мерзлоты на смену тундре приходит тайга. С эпидемиологической точки зрения это означает возможность расширения ареалов обитания ряда грызунов и насекомых, являющихся переносчиками инфекций. Потепление климата оказывает влияние на частоту распространенности природно-очаговых заболеваний, изменяя условия существования популяций переносчиков и условия развития возбудителей в переносчике. По данным международных исследований, в северных регионах Швеции, Норвегии, Финляндии и Российской Федерации все более значимыми становятся климатозависимые инфекционные заболевания – геморрагическая лихорадка с почечным синдромом, клещевой энцефалит, болезнь Лайма. Прогнозирование последствий происходящих изменений климата и землепользования для передачи и воздействия инфекционных заболеваний, особенно зоонозных болезней на севере, является сложной задачей, поскольку отсутствуют знания о распространенности, разнообразии и распределении возбудителей в этих регионах. В частности, ограничено число доказательств количественной связи между климатом и распространением инфекционных заболеваний в отдельных регионах.

Анализ результатов многолетнего эколого-эпидемиологического мониторинга за клещевым энцефалитом, проведенного на территории европейского субарктического региона в районах северной границы обитания таежного клеща, позволяет утверждать, что значимый рост заболеваемости (почти в 60 раз), зарегистрированный в Архангельской области (в 2000-2009 гг. по сравнению с 1980-1989 гг.), обусловлен рядом факторов, важнейшим из которых является изменение климата [16]. Аналогичная, хотя и менее выраженная, чем в Архангельской области, тенденция роста заболеваемости КЭ наблюдается на соседней территории – в Республике Коми [17; 18]. Исследования сыворотки крови доноров, не вакцинированных и не болевших клещевым энцефалитом, за 12-летний период (2001 по 2013 г.), выявили рост числа лиц с антителами IgG к вирусу клещевого энцефалита в 3-4 раза – с 3,5 до 13,7%. Наибольший рост произошел у доноров из южных районов, что является свидетельством продвижения инфицированных клещей с юга на север и адаптацией как вируса, так и переносчика к более суровым климатическим условиям [17].

Одним из важных климатических факторов, влияющих на риски инфекционной патологии, является качество питьевой воды, которое в северных регионах может зависеть от таяния льдов, размывания тальми водами потенциально опасных участков (свалки ТБО, полигоны промышленных отходов, бывшие склады ГСМ и т.п.). Остается актуальным вопрос дефицита качественной воды в Арктическом регионе, из-за присутствия в ней инфекционных агентов. Использование питьевой воды низкого качества приводит к увеличению заболеваемости кишечными инфекциями. Ни одна территория Арктики не вошла в список регионов Роспотребнадзора с хорошим качеством питьевой воды.

Новая арктическая проблема увеличения инфицированности населения Арктики нуждается в системе мониторинга за изменением климата и климатозависимых инфекционных заболеваний. Результатом должно стать определение мер по улучшению эпидемиологического надзора, установлению базовых уровней и контролю динамики изменений инфекций, проведению исследований взаимосвязи изменения климата и инфекционных заболеваний в Арктике, разработка программ профилактики инфекционных заболеваний людей и животных.

От потепления климата наиболее уязвимы КМНС, которым приходится менять традиционные устои жизни и питания. Увеличение числа аномальных погодных явлений, свойственных потеплению климата, может привести к транспортным проблемам. Использование современных методов математического картографирования Архангельской области позволило в совместной работе с географами МГУ выявить пространственную неоднородность в условиях транспортной доступности квалифицированной медицинской помощи, около 25% населения на юге этой территории оказалось в зоне риска по времени движения до медицинского учреждения в интервале 1-1,5 часа, а при возникновении неблагоприятных погодных условий, например, в зимний период, в зоне риска может оказаться половина всего населения области. Важно уточнить, что традиционный метод расчета расстояния без учета особенностей дорожной сети, наиболее часто применяемый в службах планирования системы здравоохранения может сильно искажать картину доступной медицинской помощи. Внедрение сетевого анализа дорожного графа в сфере здравоохранения позволяет значительно уточнить как существующее территориаль-

ное размещение медицинских учреждений, в особенности специализированного профиля, так и основные транспортные пути доступа к ним [19, с. 320-322].

В Арктике при неблагоприятных метеорологических условиях, частота которых возрастает по мере потепления климата, возможны перебои в привозе продовольствия и других товаров. Уровень жизни КМНС снижается на фоне климатических изменений, влияющих на традиционное природопользование, трудности рыбалки и охоты, изменение миграционных путей диких оленей и изменение их кормовой базы, уменьшение поголовья морских животных, приводящие к нарушению традиционного питания. Однако оценивать истинный уровень здоровья этих групп населения по официальным данным медицинской статистики достаточно сложно, так как в статистических медицинских отчетах не фиксируется этническая принадлежность обращающегося за медицинской помощью. Однако в научной медицинской литературе имеются некоторые данные о заболеваемости представителей отдельных этнических групп в сравнении с некоренным населением.

В последние годы медицинское сообщество совместно с экономистами и политиками разрабатывает различные методы снижения потерь, вызванных повышенной заболеваемостью и преждевременной смертностью населения Арктического макрорегиона, учитывая их высокую экономическую и политическую значимость для страны.

**Экономические аспекты адаптации.** Меры адаптации необходимо оценивать и с экономических позиций, так как внедрение метеорологических систем раннего предупреждения о наступлении жары требует, также как любые профилактические меры, значительных затрат. Изменение климата не только увеличивает «климатозависимую» смертность, но и создает системные риски для всего сектора здравоохранения, снижает возможности оказания всех видов медицинской помощи, что проявилось во время недавних катастрофических волн жары. Тяжелейшая ситуация в Москве с госпитальной помощью во время пандемии КОВИД-19 схожа с жарким летом 2010 г., когда возникли большие проблемы с чрезмерной нагрузкой на скорую медицинскую помощь, стационары, морги, а число дополнительных случаев смерти на европейской части России достигло 54 тыс., в том числе в Москве – 11 тыс. [20, с. 3-9, 21, с. 15-19]. Именно поэтому возникает необходимость оценки устойчивости и надежности функционирова-

ния всей системы здравоохранения во время катастрофических волн жары, ураганов, наводнений и эпидемий.

Весьма интересна оценка экономической эффективности систем раннего предупреждения европейских городов о наступлении волн жары с учетом прогнозов потепления климата на период 2035-2064 гг. чистой дисконтированной стоимости и выгоды относительно затрат. Выгода колебалась в пределах 28-462 млн. евро [22]. Сложнее измерить экономическую выгоду от выполнения НАП. Очевидно, она должна выражаться натуральным показателем – числе предотвращенных из-за жары преждевременных смертей. В Европе каждая предотвращенная смерть оценивается, в соответствии с законодательными документами ЕС, в 1,16 млн. евро. Также учитывается стоимость предотвращенной обусловленной жарой заболеваемости, однако она «привязывается» к предотвращенной смертности линейной зависимостью (102 дня госпитализации на каждую смерть из-за жары) по ставке 750 евро за пациенто-день в больнице. В России экономическая оценка потерь из-за высокой смертности населения трудоспособного возраста достигла 97-123 млрд. руб., или 1,23-1,57% ВВП [23].

На сегодняшний день явно недостаточно исследований, позволяющих оценить эффективность внедрения НАП по показателю предотвращенных случаев дополнительной смерти. Такие сравнения проводились с использованием различных методов, сравнивая человеческие потери во время двух сопоставимых волн жары, до и после принятия плана действий, или – после принятия и выполнения плана действий. Опубликованные оценки эффективности различались в разы, от 68% во Франции [24] до 9% во Флоренции [25]. Исчисление потенциальных жертв жары сводится, по существу, к установлению «базовой линии» – прогнозируемого числа дополнительных смертей из-за волн жары в отсутствие акклиматизации и каких-либо изменений физиологических, поведенческих и внешних факторов, которые могли бы повлиять на акклиматизацию к будущему климату. Это предположение оправдывает использование в течение всего периода прогнозирования текущих (полученных за последние годы) функций «доза-ответ», а именно, оценки дополнительной смертности на каждый градус превышения температурного порога, соответствующего минимуму температурно-обусловленной смертности. Относительный прирост смертности на каждый градус прироста темпе-

ратуры выше порога (угол наклона) вычисляется до принятия НАП в рамках простейшей лог-линейной модели, предполагающей линейную зависимость логарифма смертности от температуры воздуха в день смерти. Такая модель вообще не учитывает какого-либо дополнительного влияния, обусловленного продолжительностью теплового стресса во время волн жары, поскольку зависит только от ежедневных температур, а не от номера дня в последовательности непрерывных жарких дней. Кроме того, при оценке воздействия такого нового фактора риска как «волны жары» остается вопрос, какова же на самом деле предотвращенная смерть во время жары? Может быть, человек, который не умер во время жары, уже был настолько болен, что мог умереть через несколько дней после жары? Тогда какова ценность его предотвращенной смерти – все те же 1,16 млн. евро? Следует учитывать и тот факт, что после жары происходит кратковременное снижение смертности. Это указывает на то, что жара может лишь приближать смерть значительной доли находящихся в группе риска пациентов всего на несколько дней [26; 27]. Вместе с тем волна жары может быть триггером осложнений того или иного тяжелого хронического заболевания, ускоряя летальный исход. Поэтому необходимо совершенствование методов оценки климатозависимостей смертности, при оценке эффективности НАП использование числа не только числа предотвращенных дополнительных случаев смерти во время волн жары, но и добавленных дней жизни, в результате имплементации НАП во время волн жары.

Риски воздействия волн жары на здоровье жителей Арктического макрорегиона углубляют существующие риски социально-экономического неблагополучия многих территорий, кроме отдельных территорий, связанных с добычей и транспортировкой углеводородов (НАО, ЯНАО). Анализ временных рядов смертности по субъектам РФ демонстрирует постепенное снижение смертности с 2009-2010 гг. в основном за счет болезней системы кровообращения, смертность от которых происходит более выраженными темпами, чем от других причин. Однако для снижения смертности от этой группы причин еще не реализованы необходимые мероприятия из-за недостаточного финансирования медицинских организаций, нерационального распределения и расходования финансовых средств, недостаточной информированности населения о специализированных центрах для оказания помощи больным с сердечно-сосудистыми за-

болевыми, труднодоступности медицинских учреждений на отдаленных территориях и других причин.

Ожидаемая продолжительность жизни при рождении, как и смертность населения, – один из основных показателей человеческого развития, оценивающий устойчивость развития региона. В областях и республиках региона показатели ОПЖ близки к российским, кроме ХМАО и ЯНАО, где они выше в связи с большей долей молодого населения и высокими показателями рождаемости. Государственная программа «Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации на период до 2020 года», принятая в 2014 г., планировала улучшение социально-экономической сферы, но из-за снижения бюджетного финансирования не была реализована, а из-за пандемии КОВИД-19 отложена. Одновременное падение цен на углеводороды не может не оказать существенного влияния на устойчивость развития «углеводородных» территорий, можно ожидать снижения доходов среднего и малого бизнеса, роста безработицы, проблем с питанием. Хорошо известен факт, что жизнь в бедности ассоциируется с низкой продолжительностью жизни и другими изменениями здоровья [28]. В настоящее время трудно оценить влияние пандемии КОВИД-19 на здоровье КМНС и других жителей Крайнего Севера, но могут возникнуть проблемы и с северным завозом, и с дальнейшим развитием здравоохранения, в том числе дистанционных методов диагностики и лечения.

Ситуация с КОВИД-19 наглядно показала, насколько недостаточно изучены новые риски здоровью людей как от новых и возвращающихся инфекций, так и от существующих в Арктике природных очагов различных инфекционных заболеваний. В проекте Российского национального плана адаптации – НАП по Арктическому макрорегиону необходимо разработать отдельный план защиты здоровья жителей населенных пунктов – городов, небольших поселков, сельских поселений, мест проживания КМНС. К подготовке такого плана следует привлечь междисциплинарную группу специалистов в области климатологии, метеорологии, картографии, мерзлотоведения, эпидемиологии, инфекционных заболеваний, общественного здравоохранения, чрезвычайных ситуаций, продовольствия и транспорта; экономистов; социологов, антропологов и других профессий.

## Литература и информационные источники

1. Ревич Б.А., Малеев В.В., Смирнова М.Д., Пиеничная 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.
2. The 2019 report of The Lancet Countdown on health and climate change: ensuring that the health of a child born today is not defined by a changing climate // *The Lancet*. 2019. Vol. 394. № 316. P. 1836-1878.
3. Flouris A.D., Dinas P.C., Ioannou L.G., et al. Workers' health and productivity under occupational heat strain: a systematic review and meta-analysis // *Lancet Planet Health*. 2018. 2: e 521-31.
4. Росстат. Демографический прогноз до 2035 г. [Электронный ресурс] URL: <https://gks.ru/storage/mediabank/progn3.xls>:. (Дата обращения 03.04.2020).
5. Изменение климата и здоровье – ВОЗ [Электронный ресурс] URL: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health> (Дата обращения 03.04.2020).
6. Heat Alert and Response Systems to Protect Health: Best Practices Guidebook – Canada.ca URL: <https://www.canada.ca/en/health-canada/services/environmental-workplace-health/reports-publications/climate-change-health/heat-alert-response-systems-protect-health-best-practices-guidebook.html#a31> (Дата обращения 03.04.2020).
7. 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. С. 7.
8. Anderson G.B., Bell M.L., Peng R.D. Methods to calculate the heat index as an exposure metric in environmental health research // *Environmental Health Perspectives*. 2013; 121: 1111-1119. <https://doi.org/10.1289/ehp.1206273>.
9. Ревич Б.А., Малеев В.В., Смирнова М.Д. Изменение климата и здоровье: оценка, индикаторы, прогнозы. М.: ИНИП РАН, 2019. 196 с.
10. Шапошников Д.А., Ревич Б.А., Школьник И.М., Прогнозные оценки температурно-зависимой смертности в условиях меняющегося климата в российских приарктических городах до конца XXI века // В сб.: Проблемы сохранения здоровья и обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Арктике материалы II международной научно-практической конференции. 2019. С. 303-310.
11. Gasparrini A., Guo Y., Sera F., Vicedo-Cabrera A. Projections of temperature-related excess mortality under climate change scenarios *Lancet Planet Health* 2017; 1: p. 360-67.
12. Ревич Б.А., Малеев В.В., Смирнова М.Д., Изменение климата и здоровье: оценки, индикаторы, прогнозы / Под ред. Б.А. Ревича и А.О. Кокорина. М.: ИНИП РАН, 2019.
13. 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. Тверь: Триада, 2012. 90 с.
14. Шатилович А.В. Жизнеспособные простейшие в вечной мерзлоте Арктики // *Криосфера Земли*. 2010. Т. XIV. № 2. С. 69-78.
15. 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
16. 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.
17. Tokarevich N., Tronin A, Gnativ B. Revich B., Blinova O., Evengard B. Impact of air temperature variation on the ixodid ticks habitat and tick-borne encephalitis incidence in the Russian Arctic: the case of the Komi Republic. *International J. of Circumpolar Health*. 2017. Doi.org/10.1080/22423982.2017.1298882r
18. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия в Российской Федерации» по Республике Коми в 2016 году». Сыктывкар: Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Республике Коми, 2017. 133 с.
19. Шартова Н.В., Грищенко М.Ю., Ревич Б.А. Оценка доступности медицинской помощи для жителей Архангельской области и Ненецкого автономного округа на основе геоинформационных методов исследования // Проблемы сохранения здоровья и обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Арктике: мате-

- риалы II Международной научно-практической конференции. СПб.: Изд. «Коста», 2019. С.317-322.
20. 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.
  21. Ревич Б.А., Шапошников Д.А., Периаген 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.
  22. Hunt A., Ferguson J., Vaccini M, Watkiss P., Kendrovski V. Climate and weather service provision: Economic appraisal of adaptation to health impacts // *Climate Services* 7 (2017). P. 78-86.
  23. Порфирьев Б.Н. Экономическая оценка людских потерь в результате чрезвычайных ситуаций // *Вопросы экономики*. 2013. № 1. С. 46-48.
  24. Fouillet A., Rey G., Laurent F. et al. Excess mortality related to the August 2003 heat wave in France // *Int Arch Occup Environ Health*. 2006. 80(1).3. P. 16-24.
  25. Morabito, M., Profili, F., Crisci, A., Francesconi, P., Gensini, G.F., Orlandini, S., Heat-related mortality in the Florentine area (Italy) before and after the exceptional 2003 heat wave in Europe: an improved public health response? // *Int. J. Biometeorol*. 2012. 56 (5). P. 801-810.
  26. Armstrong B., Gasparrini A., Hajat S. Estimating mortality displacement during and after heat waves // *Am J Epidemiol*. 2014 Jun 15; 179(12):1405-6. doi: 10.1093/aje/kwu083
  27. Saha MV, Davis RE, Hondula DM. Mortality displacement as a function of heat event strength in 7 US cities // *Am J Epidemiol*. 2014 Feb 15; 179(4):467-74. doi: 10.1093/aje/kwt264
  28. Poverty, social exclusion and health systems in the WHO Uuuropean region. WHO Regional office for Europe. Copenhagen, 2010.