

Ревич Б.А.<sup>1</sup>, Малеев В.В.<sup>2</sup>, Смирнова М.Д.<sup>3</sup>, Пшеничная Н.Ю.<sup>2</sup>

## Российский и международный опыт разработки планов действий по защите здоровья населения от климатических рисков

<sup>1</sup>ФГБУН «Институт народнохозяйственного прогнозирования» Российской академии наук, 117418, Москва;

<sup>2</sup>ФБУН «Центральный НИИ эпидемиологии» Роспотребнадзора, 111123, Москва;

<sup>3</sup>ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии» Минздрава России, 121552, Москва

*Парижским соглашением об изменении климата подтверждено, что изменение климата является общей озабоченностью человечества, и стороны должны принимать меры по защите здоровья населения. Климатические риски по мере потепления климата становятся более значимы для здоровья населения и подтверждают необходимость разработки национальных планов действия. Такие планы будут разрабатываться на местах с учётом Национального плана адаптации к неблагоприятным изменениям климата. В статье представлены данные о климатозависимой смертности, которая достигает в мире более 150 тыс. случаев и 5,5 млн лет нетрудоспособности/год. Для предупреждения негативных последствий волн жары во многих странах мира уже внедрены ранние медицинские предупреждения о наступлении жары. Если бы эта система была реализована в Москве, то город бы не потерял 11 тыс. жителей только жарким летом 2010 г. Эти системы основаны на знании температурных порогов, превышение которых приводит к увеличению случаев климато-обусловленной смертности. Такие пороги в результате эколого-эпидемиологических исследований установлены для Москвы, северных, южных городов, городов с резко континентальным и муссонным климатом. Рассмотрен опыт применения метеорологических систем раннего предупреждения об аномальных погодных явлениях. Для предупреждения осложнений сердечно-сосудистых заболеваний предложен комплекс защитных мер, включающий кардиологические препараты, рекомендации по питьевому режиму, поведению во время жары и другие профилактические действия. Описаны риски и примеры возникновения и распространения в северном направлении климатозависимых инфекционных заболеваний, таких как сибирская язва, лихорадка Западного Нила, конго-крымская геморрагическая лихорадка, диروفилариоз.*

*К л ю ч е в ы е с л о в а:* изменение климата; смертность; адаптация; сердечно-сосудистые заболевания; инфекционные заболевания; лихорадка Западного Нила; сибирская язва.

**Для цитирования:** 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; 99 (2): 176-181. DOI: <http://dx.doi.org/10.33029/0016-9900-2020-99-2-176-181>

**Для корреспонденции:** Ревич Борис Александрович, доктор мед. наук, профессор, гл. науч. сотр., зав. лаб. прогнозирования качества окружающей среды и здоровья населения Института народнохозяйственного прогнозирования РАН. E-mail: [brevich@yandex.ru](mailto:brevich@yandex.ru)

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

**Финансирование.** Исследование выполнено в рамках государственного задания ИНП РАН «Составление и уточнение кратко-, средне-, и долгосрочных прогнозов по развитию социального сектора экономики».

**Участие авторов:** концепция и дизайн – Ревич Б.А., Малеев В.В.; сбор и обработка материала – Ревич Б.А., Малеев В.В., Смирнова М.Д., Пшеничная Н.Ю.; написание текста – Ревич Б.А., Малеев В.В., Смирнова М.Д., Пшеничная Н.Ю.; редактирование – Ревич Б.А.

Поступила: 20.10.19

Принята к печати: 12.12.19

Опубликована: 23.03.2020

Revich B.A.<sup>1</sup>, Maleev V.V.<sup>2</sup>, Smirnova M.D.<sup>3</sup>, Pshenichnaya N.Yu.<sup>2</sup>

## Russian and international experience in the development of action plans for the protection of human health from climate risks

<sup>1</sup>Institute of National Economic Forecasting, Moscow, 117418, Russian Federation;

<sup>2</sup>Central Research Institute of Epidemiology, Moscow, 111123, Russian Federation;

<sup>3</sup>National Medical Research Center of Cardiology, Moscow, 121552, Russian Federation

*The Paris climate agreement confirmed that climate change continues to pose a global concern and required all Parties to put forward their best efforts to protect public health. In the conditions of global warming, climate-induced risks gained importance as a public health hazard and confirmed the need to develop national action plans. Such plans shall be developed locally, taking into account the requirements of the National Action Plan for adaptation to health risks induced by changing climate. This manuscript presents the data on climate-dependent mortality. The global annual burden of excess deaths attributed to climate change is over 150,000 cases, which leads to a loss of 5.5 million years of productive life per year. Early warning systems have been adopted in many countries, with the goal to prevent heat-related deaths. If such a system were implemented in Moscow, eleven thousand excess deaths could have been avoided during the extremely hot summer of 2010. Heat watch warning systems are based on scientific data on heat thresholds. On the days with temperatures above such thresholds, climate-dependent mortality increases. Such thresholds have been established in the environmental epidemiology studies conducted in Moscow, Northern and Southern cities,*

*the cities with continental and monsoon climates. The experience of implementation of early warning systems during extreme weather events was analyzed. The relative powers of bioclimatic indices as predictors of daily mortality rates during extreme weather events were compared. To prevent complications of cardiovascular diseases, a set of protective measures was proposed which included cardiology medications, recommendations on personal behavior and drinking habits during extreme heat, and other measures. The risks and examples of occurrence and northward propagation of climate-dependent infectious diseases such as Siberian anthrax, West Nile fever, Crimean-Congo hemorrhagic fever, and dirofilariasis, were described.*

**Key words:** climate change; mortality; adaptation; cardiovascular diseases; infectious diseases; West Nile fever; anthrax.

**For citation:** Revich B.A., Maleev V.V., Smirnova M.D., Pshenichnaya N.Yu. Russian and international experience in the development of action plans for the protection of human health from climate risks. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2020; 99(2): 176-181. (In Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.33029/0016-9900-2020-99-2-176-181>

**For correspondence:** Boris A. Revich, MD, Ph.D., DSci., Professor, Head of the Environment Quality and Public Health Monitoring Laboratory, Institute of Economic Forecasting of the Russian Academy of Sciences, Moscow, 117418, Russian Federation. E-mail: [brevich@yandex.ru](mailto:brevich@yandex.ru)

**Information about the authors:**

Revich B.A. <https://orcid.org/0000-0002-7528-6643>; Maleev V.V. <https://orcid.org/0000-0001-5748-178X>

Smirnova M.D. <https://orcid.org/0000-0002-6208-3038>; Pshenichnaya N.Yu. <https://orcid.org/0000-0003-2570-711X>

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

**Acknowledgments.** The study was carried out within the framework of the state assignment of the Institute of Industrial Sciences of the Russian Academy of Sciences "Compilation and refinement of short-, medium-, and long-term forecasts for the development of the social sector of the economy".

**Contribution:** Concept and design – Revich B.A., Maleev V.V.; Collection and processing of material – Revich B.A., Maleev, Smirnova M.D., Pshenichnaya N.Yu.; Writing the text – Revich B.A., Maleev V.V., Pshenichnaya N.Yu.; Editing – Revich B.A.

Received: October 20, 2019

Accepted: December 12, 2019

Published: March 23, 2020

Изменения климата – одна из наиболее актуальных проблем, перед которой стоит человечество. Переход из XX в XXI век, сопровождаемый коренной ломкой социально-экономического строя России на фоне неустойчивой политической ситуации в мире, стимулировал особый интерес к глобальным факторам, оказывающим влияние на ситуацию в стране. В оценочных докладах Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК – IPCC) значительное место занимает глава «Здоровье», анализирующая негативные последствия этого явления здоровью и прогнозируются на ближайшие десятилетия усиление негативных эффектов, в том числе рост смертности, заболеваемости и травматизма в результате повышения температуры; увеличение числа погибших людей и травматизма в результате наводнений, ураганов, пожаров, засух. Всё это вызвало значительный рост исследований различных аспектов воздействия изменений климата на здоровье. В PubMed только по поиску слов «волны жары и здоровье» («heat waves and health») приведена информация о более 1300 публикаций. В последние годы многие медицинские дисциплины – кардиология, терапия, пульмонология, общественное здравоохранение, эпидемиология и другие – активно подключились к изучению влияния изменения климата на здоровье населения в различных странах мира. ВОЗ в рамках направления «Глобальные изменения и здоровье населения» активно инициирует исследовательские проекты в этой области, и изменения климата рассматриваются как один из ведущих факторов внешней среды и образа жизни, оказывающих влияние на здоровье населения наряду с такими традиционными факторами риска индустриальной эпохи, как загрязнение атмосферного воздуха и питьевой воды, курение, употребление наркотиков и т. д. Климатические изменения в Европе ежегодно являются причиной от 1 до 10% смертей среди старших возрастных групп, а в мире – более 150 тыс. дополнительных смертей и 5,5 млн лет нетрудоспособности/год. Это составляет 0,3% общего числа смертельных исходов и 0,4% общего количества лет нетрудоспособности соответственно [1]. ВОЗ в 2018 г. опубликовала данные, что в период с 2030 по 2050 г. изменение климата приведёт к примерно 250 000 дополнительных смертей в год от теплового стресса из-за воздействия волн жары, а также недоедания, малярии и диареи (<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health>).

С 1980 по 2014 г. в мире было выявлено 783 эпизода повышенной смертности людей, связанных с жарой, в 164 городах в 36 странах, и до 20 дней в году около 30% населения мира подвергается такому воздействию [2]. К 2050 г. ожидается дальнейшее увеличение числа смертельных исходов, связанных с по-

теплением климата (climate-related), ещё примерно на 1–1,5%. Экономический ущерб от дополнительной смертности в результате климатических изменений в мире колеблется в большом интервале – от 6 до 88 млрд долларов в год. Поэтому во многих странах Европы, США, Австралии и других странах внедрены стратегические планы действий, направленные на минимизацию воздействия высоких температур на здоровье [3–5].

Парижским соглашением об изменении климата, подписанным Российской Федерацией, предусмотрено создание планов по адаптации к изменениям климата. Такой Национальный план адаптации к неблагоприятным изменениям климата должен быть разработан в России в 2019 г. Отдельное направление в этом плане касается здоровья населения, и представляется необходимым обобщить некоторые результаты исследований, проведённые за последние годы. Например, на основе анализа метеорологических суточных данных за 20 лет разработаны новые показатели термического комфорта, позволившие создать информативные карты 15 городов с населением более 1 млн человек по градиентам теплового и холодового стресса разной тяжести. Так, в Москве, по оценкам климатологов, в периоды жары за 1966–2015 гг. тепловой стресс в 33% характеризовался как сильный, в 30% – как умеренный, в 14% – как экстремальный, в 16% – как незначительный, и в 7% тепловой стресс не наблюдался. В период волн жары в 47,5% случаев в дневное время происходит ухудшение самочувствия населения [6]. Знание врачами этих самых простых биоклиматических характеристик городов, в которых в наибольшей степени выражены климатические риски, позволяет заранее организовать необходимые профилактические мероприятия. Для предупреждения негативных последствий волн жары во многих странах мира уже внедрены ранние медицинские предупреждения о наступлении жары. Если бы эта система была реализована в Москве, то город бы не потерял 11 тыс. жителей только жарким летом 2010 г. Эти системы основаны на знании температурных порогов, превышение которых приводит к увеличению случаев климато-обусловленной смертности. Такие пороги в результате эколого-эпидемиологических исследований установлены для Москвы, северных, южных городов, городов с резко континентальным и муссонным климатом [7]. Знание таких температурных порогов необходимо организаторам здравоохранения и другим управляющим структурам для своевременного принятия соответствующих профилактических мер. Поэтому столь велика роль систем раннего предупреждения о наступлении аномальной жары. Например, в городе Филадельфия такая система предусматривает трёхступенчатую процедуру предупреждения. Преимущество этого метода состоит

в том, что предусматривается градация планов ответных мер в соответствии с повышением уверенности в прогнозе. Он обеспечивает максимальную заблаговременность – 2 сут для принятия мер вмешательства. Это даёт руководству общественного здравоохранения возможность оценить издержки по принятию ответных мер в сопоставлении с риском, возникающим для населения.

Создание таких систем весьма актуально и для России, где аномальная жара в 2010 г. привела к дополнительной смертности только на территории европейской части России 54 тыс. дополнительных смертельных исходов, в том числе в Москве 11 тыс. [8, 9], такие расчёты были подтверждены и публикацией в зарубежном обзоре по смертности [10]. Это можно было бы частично предотвратить при поступлении информации о наступлении волны жары, которой является превышение пороговой величины среднесуточной температуры для данной территории на протяжении 5 последовательных дней. Методы определения пороговых величин температуры и методология определения рисков здоровью на основании изучения ежесуточных показателей смертности и температуры представлены в публикации Шапошникова и Ревича (2018) [11]. Результаты таких исследований в Москве позволили обосновать балльную систему оценки опасности волн жары и повышенного уровня загрязнения атмосферного воздуха, вошедшую в План действий Правительства Москвы во время таких ситуаций. Развиваются в России и методы раннего прогнозирования аномальных метеорологических условий. В 2009 г. Росгидромет стал членом международного консорциума, разработавшего новую систему мезомасштабного численного моделирования погоды, и поэтому реально повышение точности прогнозов погоды на срок до 5 сут, то есть будет возможность заблаговременно подготовиться к температурным волнам, опасным для здоровья населения. Более того, к 2025 г. Европейский центр среднесуточных прогнозов погоды планирует подготовить оперативную модель с шагом сетки 2 км [12]. Такая сеть позволит в мегаполисах получить прогнозы погоды по десяткам и сотням территориальных единиц, например, в Москве в пределах МКАД по 220 точкам. Отметим, что Росгидромет аномальной жарой считает температуру на 7 °C в течение 5 дней выше климатической нормы – среднесуточной температуры. Однако такой подход не отражает в должной степени опасность волны жары, так как нами получены данные о негативном воздействии температур, не столь значительно превышающих средние величины, и рекомендуется использовать значения 97–98 процентиля среднегодовых температур [11].

Потепление климата – фактор риска для людей с аллергическими заболеваниями. Во время гроз и ураганов, повторяемость которых в определённой степени связывают с изменением климата, происходит массивованный выброс небольших частиц пылицы, которые проникают в нижние респираторные пути, что ведёт к увеличению частоты приступов бронхиальной астмы [13]. Существует гипотеза, что воспалительный эффект, возникающий в результате действия веществ, загрязняющих атмосферный воздух – озона, мелкодисперсных взвешенных частиц и диоксида серы, – способствует более глубокому проникновению аллергенной пылицы по воздухоносным путям, а совокупное воздействие загрязнённого атмосферного воздуха и аэроаллергенов усиливает негативный эффект (синергетический эффект). Повреждение слизистых оболочек дыхательных путей и нарушение мукоцилиарного клиренса, вызванные загрязнённым воздухом, могут открыть доступ аллергенам к клеткам иммунной системы, провоцируя таким образом сенсibilизацию дыхательных путей [14]. В этом вопросе значение имеют также виды пылицы, типы загрязняющих веществ, особенности местного климата.

Температурные аномалии наиболее явственно проявляются в крупных городах, где недостаток открытых зелёных пространств, покрытие почв искусственными материалами, избыточная плотность застройки, интенсивное движение автотранспорта и другие факторы приводят к созданию нагревающего климата, наиболее ярко проявляющегося в центре городов в виде «островов жары». Так, во время аномальной жары 2010 г. число сердечно-сосудистых осложнений было в два раза больше у больных ССЗ, проживавших рядом с автотрассами, чем у

живущих в зелёной зоне [15]. В наибольшей степени от этого страдают люди пожилого возраста, особенно с хроническими заболеваниями, инвалиды и другие лица со сниженной мобильностью, группы населения низкого социально-экономического статуса. Поэтому в планы адаптации к неблагоприятным последствиям климата включают целый блок различных медико-организационных мероприятий – организацию «горячей» линии, дополнительных экипажей скорой помощи, привлечение волонтеров для посещения жилищ одиноких пожилых людей с хроническими заболеваниями и другие меры. Однако в доступных нам для анализа планах действий, реализуемых в других странах [3–5 и др.], отсутствуют конкретные рекомендации для людей с заболеваниями сердечно-сосудистой системы, поэтому особый интерес представляет опыт работ в этом направлении московских кардиологов НИИЦ кардиологии МЗ РФ. Изучение могорт больных с такими заболеваниями в различных температурных условиях позволило разработать систему комплексной профилактики осложнений сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ). Эта проблема особо актуальна именно для кардиологов по двум причинам. Во-первых, ССЗ ассоциируются с увеличением риска смертности от теплового удара во время волн жары наряду с психическими заболеваниями и возрастом старше 80 лет [16]. Во-вторых, волны жары ведут к резкому росту сердечно-сосудистых осложнений (ССО). Причём основной вклад в дополнительную заболеваемость и смертность вносит именно вторая группа осложнений [17]. Как показал опыт 2010 г., наиболее частыми осложнениями у больных ССЗ во время аномальной жары были не тепловые или солнечные удары, а нарушение ритма сердца, гипертонические кризы, декомпенсация хронической сердечной недостаточности. Частота этих осложнений, как и ожидалось, зависела от уровня сердечно-сосудистого риска пациента и была максимальной у больных ИБС и особенно сахарным диабетом 2-го типа. Предикторами развития ССО были артериальная гипертония, наличие сопутствующей цереброваскулярной болезни, а также язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки, тревожное расстройство, то есть состояния, ассоциирующиеся с вегетативной дисфункцией [15, 17]. Как показали исследования Смирновой [18], даже коротких волн жары продолжительностью 3–5 дней, без которых не обходится ни одно московское лето, достаточно для увеличения числа ССО у больных ССЗ в 4,5 раза. На ухудшение самочувствия во время коротких волн жары жалуются почти половина пациентов кардиолога. Отдельно нами были проанализированы факторы риска самых частых осложнений [19]. Независимым предиктором развития гипертонических кризов показал себя перенесённый ранее инсульт, а нарушений ритма сердца – ИБС. Но в обоих случаях самым мощным предиктором осложнений, увеличивающим их риск в 2,5 раза, стал отказ от медикаментозной терапии, применяемой ранее. Это вплотную подводит нас к теме безопасности и эффективности медикаментозной терапии во время тепловых волн. Часто врачи, а то и сами больные бесосновательно отменяют препараты либо, напротив, назначают их. Так, весьма «популярен» приём диуретиков при тепловых отёках, которые, как известно, не требуют лечения. Однако приём диуретиков, особенно пациентами старшего возраста и больными ИБС, ассоциируется с большим риском смертности [20] и осложнениями сердечно-сосудистых заболеваний [19, 21] во время волн жары, как длинных, так и коротких. Пациентам, которым эти препараты показаны в связи с имеющимися у них заболеваниями (артериальная гипертония, хроническая сердечная недостаточность), в условиях теплового стресса требуется ежедневный контроль веса и приёма жидкости. Потеря в весе 1 кг или более за сутки свидетельствует об обезвоживании организма и необходимости увеличения потребления жидкости. Также с большим риском осложнений во время аномальной жары 2010 г. ассоциировался приём ацетилсалициловой кислоты, особенно больными низкого/умеренного риска с сердечно-сосудистой недостаточностью [19]. Механизм этого явления ещё не изучен. Однако это ещё раз подчёркивает недопустимость недобросовестной рекламы этого препарата и приёма его без должных показаний. С другой стороны, приём во время волн жары и по согласованию с лечащим врачом основных групп кардиологических препаратов не только не увеличивал риски, но, напротив,

давал позитивный эффект. Есть данные о положительном опыте использования во время волн жары препаратов с адаптогенными свойствами: мельдония, солей калия и магния и т. д. [22, 23]. Очевидна острая необходимость создания научно обоснованных методических рекомендаций для работников здравоохранения по профилактике тепловых заболеваний и ССО у больных ССЗ и других уязвимых групп, а также пропаганда этих знаний среди широких кругов населения. Медико-санитарные рекомендации ВОЗ при всех их несомненных достоинствах сложны для восприятия, понимания и последующего самостоятельного использования пациентами, особенно пожилыми, поэтому были созданы адаптированные рекомендации для больных ССЗ, главными отличительными чертами которых стали простота и наглядность подачи информации. Особый акцент был сделан на таких вопросах, как питьевой режим, правила пользования кондиционером, самоконтроль артериального давления и недопустимость самолечения. Большая эффективность адаптированных рекомендаций по сравнению с классическими у больных была доказана в специально спланированном исследовании [23].

Второе направление действий по защите здоровья населения от климатических рисков – борьба с климатозависимыми инфекционными заболеваниями, имеющая решающее значение в предупреждении эпидемий на глобальном уровне. В РФ ежегодно регистрируется до 40 млн случаев инфекционных заболеваний, более 100 эпидемических вспышек, причём в различных климатических зонах.

Среди патологии человека наибольшая зависимость от природных факторов свойственна инфекционным болезням и паразитарным инвазиям. В классификации инфекционных болезней принято выделять природно-очаговые заболевания (малярия, туляремия, чума, бруцеллёз, контагиозные геморрагические лихорадки Ласса, Марбурга, Эбола, зоонозные клещевые и комарные лихорадки и др.), число которых ежегодно во всём мире достигает 2 млрд случаев. Некоторые из них (например, лихорадки Эбола, Марбург, Ласса) встречаются только в Африке, для других инфекций характерно распространение на всех континентах. В последние годы число этих заболеваний возрастает, появляются неизвестные ранее болезни. Хотя причина указанного феномена остаётся не всегда объяснимой, несомненна их прямая или опосредованная зависимость от изменений климата.

Исследования влияния климатических изменений на возникновение и течение инфекционных болезней в отличие от другой патологии представляют особую трудность, так как необходимо понимание факторов, зависящих от организма человека, исследование природных резервуаров, многочисленных переносчиков инфекций, патогенной микрофлоры для человека и животных, которая постоянно изменяется.

Одним из примеров такого комплексного влияния могут служить эпидемии лихорадки Западного Нила, охватившие страны Европы в 2018 г. Мягкая зима, ранняя весна, тёплое и влажное лето 2018 г. с чередованием обильных осадков с засушливой погодой способствовали увеличению численности и инфицированности переносчиков – комаров рода *Culex* [24]. Если в период с 2010 по 2017 г. в странах Евросоюза и сопредельных государствах это заболевание было диагностировано у 1832 человек [25], то в 2018 г. число автохтонных случаев заболевания достигло 2083, включая 181 летальный исход (8,6%) [26]. В этом же году зарегистрировано увеличение на 30% случаев заболевания среди лошадей [27]. Жаркая и засушливая весна, начало и конец летнего периода, тёплая и продолжительная осень стали одним из факторов, определивших повышение уровня заболеваемости ЛЗН в 2018 г. (с 12 случаев (0,008/100 тыс.) в 2017 г. до 76 (0,05/100 тыс.) в 2018 г.) и на европейской территории Российской Федерации [28].

В этой связи для проведения мероприятий по обеспечению санитарно-эпидемиологического надзора рекомендуются ретроспективный и оперативный мониторинг заболеваемости по условиям заражения, тяжести клинического течения, летальности и другим показателям эпидемиологического анализа, контроль за циркулирующей возбудителя лихорадки Западного Нила (ЛЗН), оценка эпидемической ситуации, анализ иммунной прослойки выборочных групп населения, определение тенденции развития эпидемического процесса с учётом текущей ситуации и про-

гноза распространения заболевания на территории сопредельных стран и регионов для принятия управленческих решений и разработки адекватных санитарно-противоэпидемических либо профилактических мероприятий; ландшафтно-географическое районирование контролируемой территории по степени риска заражения ЛЗН (или интенсивности природного очага) с учётом изменения климата и трасс пролёта перелётных птиц, наличия природных и искусственных водоёмов; проведение неспецифических профилактических мероприятий осуществляют посредством комплекса методов и средств дезинсекции и индивидуальной защиты.

Помимо расширения ареала ЛЗН, переносимой комарами рода *Culex*, в России на побережье Чёрного моря около 10 лет назад были обнаружены в активно размножающейся популяции комары *A. Aegypti* и *Aedes (stegomyia) Albopictus*, не регистрировавшиеся до этого в течение нескольких десятилетий, являющиеся переносчиками вирусов жёлтой лихорадки, денге, чикунгунья, распространённых в странах с тропическим климатом [29], что повышает риск возникновения автохтонных случаев этих инфекций. Наглядной тому демонстрацией может служить крупная вспышка лихорадки чикунгунья в Италии (406 случаев) [30], где ранее, в 2007 г., впервые были зарегистрированы местные случаи заболевания (205 случаев), связанные с распространением комаров *Aedes* на территории юга Италии и завозом инфекции пациентом из Индии [30].

Существенное увеличение заболеваемости конго-крымской геморрагической лихорадкой (ККГЛ) отмечено с 2000 г. в Калмыкии, Ростовской и Волгоградской областях, так как вследствие потепления климата граница ареала переносчика – клеща *Hyalomma marginatum* – продвинулась к северу, возросла его численность, и как следствие расширился ареал инфекции [31]. Несмотря на некоторое снижение уровня заболеваемости ККГЛ на территории России в последние несколько лет, до настоящего времени наблюдается позитивный тренд уровня заболеваемости, начиная с конца прошлого столетия [32].

Комары рода *Aedes* являются также одним из ведущих переносчиков единственного трансмиссивного гельминтоза, регистрирующегося в странах умеренного климата, – дирофиляриоза [33]. В последние годы во многих странах мира наблюдается тенденция к росту заболеваемости человека дирофиляриозом и расширение нозоареала дирофиляриоза человека. Основными факторами, способствующими расширению ареала распространения дирофиляриоза, являются изменение погодноклиматических условий: повышение числа дней с температурой выше пороговой (14 °C) и числа возможных оборотов инвазии в векторе трансмиссии, увеличение миграции окончательных хозяев, в первую очередь собак. Случаи местной передачи дирофиляриоза отмечены на северо-западных территориях Российской Федерации [34], а также в государствах Северной Европы [35]. Если тенденция роста температур окружающей среды сохранится, передача дирофилярий станет возможна в северных регионах Европы, ранее свободных от дирофиляриоза [36].

Одновременно следует принимать во внимание, что климатические изменения сами по себе не могут объяснить подъём заболеваемости трансмиссивными инфекциями. Потенциальными причинами их роста могут служить изменения моделей землепользования, увеличение численности животных-хозяев для взрослых особей переносчиков, расширение ареала грызунов, изменение рекреационной и профессиональной активности человека (вторжение в ареал обитания), осведомлённость населения, масштаб вакцинации и туризма. Эти гипотезы необходимо проверить эпидемиологическими исследованиями.

Деграция вечной мерзлоты приводит к подтаиванию сибирезвенных скотомогильников и вымыванию спор сибирской язвы на поверхность, повышая риск инфицирования животных и людей. Именно эти обстоятельства привели к крупной эпизоотии сибирской язвы в Ямало-Ненецком автономном округе (ЯНАО) в 2016 г. среди северных оленей, в ходе которой заболело 2650 животных. В результате контакта с больными и павшими животными зарегистрировано 36 случаев заболевания людей, в том числе 1 летальный исход у ребёнка 12 лет [37].

Длительное отсутствие заболеваний животных (последняя эпизоотия была в 1941 г.) и мнение о самосанации очагов вслед-

ствие неблагоприятного для сохранения спор *B. anthracis* состава почвы [38] привели к прекращению в 2007 г. вакцинации северных оленей против сибирской язвы. В июне-июле 2016 г. в ЯНАО отмечалась температурная аномалия, когда дневная температура достигала 29–34 °С, что способствовало увеличению глубины сезонного таяния многолетней мерзлоты и возможной вегетации сибирезвонного микроба в глубинных слоях с перемещением к поверхности почвы с межмерзлотными водами, что в сочетании с отсутствием плановой вакцинации животных, очевидно, стало причиной массового заболевания сибирской язвой северных оленей, что в последующем повлекло вспышку этой инфекции и среди людей.

При построении моделей изменений климата в отдельных регионах необходимо принимать во внимание постоянно меняющуюся глобальную ситуацию в области политики, социально-экономической перспективы. Активная хозяйственная деятельность, особенно на вновь осваиваемых территориях, в зонах Крайнего Севера, пустынных районах часто осуществляется без учёта влияний на природные факторы, экологическую и эпидемиологическую составляющие, в частности на инфекционную заболеваемость.

Миграционные процессы, которые в настоящее время в основном обусловлены войнами, терроризмом, недостатком продуктов питания, могут служить моделью будущих перемещений населения при возможных климатических катастрофах, как это уже происходит в регионе Аральского моря и при тайфунах/наводнениях в Бангладеш. В России накоплен огромный опыт по действиям во время чрезвычайных ситуаций, но пока на федеральном уровне не разработаны конкретные мероприятия по адаптации во время длительных волн жары.

Исследование изменений климата будет неполноценным без изучения микробиома человека в настоящее время и его сдвигов в условиях перемещения людей на новые территории, в процессе изменений питания, при недостатке в будущем продуктов животноводства, дефицита чистой воды, обилия искусственных заменителей для жизнеобеспечения и лекарств.

В условиях аномальной жары значительно возрастает риск обострения и летального исхода хронических заболеваний, особенно среди социально уязвимых групп населения. К группам риска отрицательного климатического воздействия относятся дети младшего возраста, пожилые лица. Трудности своевременной диагностики инфекционных заболеваний в условиях изменения климата и связанных с ним катастроф объясняются также возвращением забытых болезней, появлением необычных клинических форм, атипичным течением. В этих условиях оправдана профилактическая организация экологических клиник, особенно на территориях повышенного риска, зонах повторяющихся катастроф, приобретения опыта оказания экстренной помощи при неблагоприятной эпидемиологической обстановке, обучения медицинского персонала. К таким территориям в России следует отнести районы Крайнего Севера, отдельные районы Хабаровского и Приморского краёв.

В целях повышения готовности органов здравоохранения к возможным обусловленным климатическими изменениями эпидемиям целесообразна апробация системы географической ориентированной вакцинации в зонах климатических аномалий и повторяющихся природных катастроф. Опыт профилактической вакцинации населения в таких территориях одобрен ВОЗ, ЮНИСЕФ. При разработке стратегии повышения готовности необходимы включение чувствительных к климату инфекционных заболеваний в список болезней, подлежащих обязательной регистрации, разработка системы адаптации и уменьшения последствий чрезвычайных ситуаций, оценка методов управления на муниципальном и федеральном уровнях.

Проспективные исследования воздействия изменений климата затруднительны вследствие отсутствия реальных механизмов прогнозирования не только долговременных климатических сдвигов, но даже погоды на ближайшие дни. Тем не менее в РФ, несмотря на значительные территории климатического риска, проводятся лишь отдельные ограниченные научные исследования, не разработана национальная межведомственная программа научных исследований в рамках Климатической доктрины РФ.

## Литература (пп. 1–5, 9, 10, 13, 14, 16, 20, 24–27, 29, 30, 32, 34–36 см. References)

- Константинов П.И. Оценка термического комфорта во время волн жары в крупнейших городах России. В кн.: Ревич Б.А., Кузнецова О.В., ред. *Человек в мегаполисе: опыт междисциплинарного исследования*. М.: ЛЕНАНД; 2018: 328–39. <https://ecfor.ru/publication/monografiya-chelovek-v-megapolise-opyt-mezhdistsiplinarnogo-issledovaniya/>. (дата доступа 29.04.2019)
- Ревич Б.А. Волны жары в мегаполисах и пороги их воздействия на смертность населения. *Гигиена и санитария*. 2017; 11: 1073–8. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-11-1073-1078>.
- Ревич Б.А. Волны жары, качество атмосферного воздуха и смертность населения Европейской части России летом 2010 года: результаты предварительной оценки. *Экология человека*. 2011; 7: 3–9.
- Шапошников Д.А., Ревич Б.А. О некоторых подходах к вычислению рисков температурных волн для здоровья. *Анализ риска здоровью*. 2018; 1: 22–30. DOI: [10.21668/health.risk/2018.1.03](https://doi.org/10.21668/health.risk/2018.1.03).
- Вильфанд Р.М., Киктев Д.Б., Ривин Г.С. На пути к прогнозу погоды для мегаполисов. В кн.: *Сборник тезисов докладов международной конференции, посвящённой столетию со дня рождения академика А.М. Обухова «Турбулентность, динамика атмосферы и климата»*. Долгопрудный: Физматкнига; 2018: 7.
- Агеев Ф.Т., Смирнова М.Д., Галанский 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. <https://elibrary.ru/item.asp?id=18226454> (дата доступа 29.04.2019). <https://elibrary.ru/item.asp?id=35890528>. (дата доступа 29.04.2019)
- 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. <https://readera.ru/14334763>. (дата доступа 29.04.2019)
- Смирнова М.Д., Агеев Ф.Т., Свирида О.Н., Коновалова Г.Г., Тихазе А.К., Ланкин В.З. Влияние летней жары на состояние здоровья пациентов с умеренным и высоким риском сердечно-сосудистых осложнений. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2013; 12 (4): 56–61. DOI: [10.15829/1728-8800-2013-4-56-61](https://doi.org/10.15829/1728-8800-2013-4-56-61).
- Смирнова М.Д., Фофанова Т.В., Агеев Ф.Т. Гипертонические кризы во время аномальной жары 2010 г.: прогностические факторы развития (когортное наблюдательное исследование). *Системные гипертензии*. 2016; 2 (13): 33–6. <https://elibrary.ru/item.asp?id=27706531>. (дата доступа 29.04.2019)
- Агеев Ф.Т., Смирнова М.Д., Свирида О.Н., Кузьмина А.Е., Шаталина Л.С. Влияние приёма кардиологических препаратов на адаптацию к высоким температурам больных сердечно-сосудистыми заболеваниями в условиях жаркого лета 2010 г. *Терапевтический архив*. 2013; 3 (85): 63–9. <https://elibrary.ru/item.asp?id=18967561>. (дата доступа 29.04.2019)
- Смирнова М.Д., Свирида О.Н., Вишня М.В., Кузьмина А.Е., Ланкин В.З., Тихазе А.К. и соавт. Использование мельдония для улучшения адаптации пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями к воздействию жары и коррекции связанного с ней окислительного стресса. *Кардиология*. 2014; 7: 53–9. DOI: <https://dx.doi.org/10.18565/cardio.2014.7.53-59>.
- Смирнова М.Д., Свирида О.Н., Вишня М.В., Михайлов Г.В., Агеев Ф.Т. Эффективность российских медико-санитарных рекомендаций по саногенному поведению в условиях аномальной жары. *Кардиология*. 2015; 5: 66–71. DOI: <https://dx.doi.org/10.18565/cardio.2015.5.66-71>.
- Алексейчик И.О., Путинцева Е.В., Смелянский В.П., Бородай Н.В., Алиева А.К., Агаркова Е.А. и соавт. Особенности эпидемиологической ситуации по лихорадке Западного Нила на территории Российской Федерации в 2018 г. и прогноз её развития на 2019 г. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2019; 1: 17–25. DOI: [10.21055/0370-1069-2019-1-17-25](https://doi.org/10.21055/0370-1069-2019-1-17-25).
- Волынкина А.С., Котенев Е.С., Лисицкая Я.В., Малечкая О.В., Паккина Н.Д., Шапошникова Л.И. и соавт. Анализ заболеваемости крымской геморрагической лихорадкой в Российской Федерации в 2017 г. и прогноз на 2018 г. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2018; 1: 12–5.
- Ермакова Л.А., Твердохлебова Т.И., Пшеничная Н.Ю. Диагностическая значимость иммуноферментного анализа при ларвальных гельминтозах (трихинеллез, эхинококкоз, токсокароз). *Профилактическая и клиническая медицина*. 2012; 3: 59–63. <https://elibrary.ru/item.asp?id=18776936>. (дата доступа 29.04.2019)
- Симонова Е.Г., Картава С.А., Титков А.В., Локтионова М.Н., Раичич С.Р., Толпин В.А. и соавт. Сибирская язва на Ямале: оценка эпизоотологических и эпидемиологических рисков. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2017; 1: 89–93.
- Черкасский Б.Л. *Путешествие эпидемиолога во времени и пространстве*. Изд. 2-е, перераб. М.: Практическая медицина; 2007. 511 с.

## References

- Woodward A., Smith K.R., Cambell-Lendrum D., Chadee D.D., Honda Y., Liu Q. et al. Climate Change and Health: on the latest IPCC report. *Lancet*. 2014; 383 (9924): 1185–9.
- Mora C., Dousset B., Caldwell I.R., Powell F.E., Geronimo R.C., Bielecki C.R. et al. Global risk of deadly heat. *Nat Clim Change*. 2017; 7: 501–6. DOI: <https://doi.org/10.1038/nclimate3322>.
- Fouillet L., Cassadou S., Médina S., Fabres P., Lefranc A., Eilstein D. et al. The relation between temperature, ozone, and mortality in nine French cities during the heat wave of 2003. *Environ Health Perspect*. 2006; 114: 1344–7. DOI: <https://doi.org/10.1289/ehp.8328>.
- Laaidi M., Laaidi K., Besancenot J.P. Temperature-related mortality in France, a comparison between regions with different climates from the perspective of global warming. *Int J Biometeorol*. 2006; 51: 145–53. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00484-006-0045-8>.
- Anderson G.B., Bell M.L., Peng R.D. Methods to calculate the heat index as an exposure metric in environmental health research. *Environ Health Perspect*. 2013; 121: 1111–9. DOI: <https://doi.org/10.1289/ehp.1206273>.
- Konstantinov P.I. Assessment of thermal comfort during heat waves in the largest cities of Russia. In: Revich B.A., Kuznetsova O.V., eds. *Human in the metropolis: the experience of interdisciplinary research. [Chelovek v megapolise: opyt mezhdistsiplinarnogo issledovaniya]*. Moscow: LENAND; 2018: 328–39. <https://ecfor.ru/publication/monografiya-chelovek-v-megapolise-opyt-mezhdistsiplinarnogo-issledovaniya/>. (accessed April 29, 2019) (in Russian)
- Revich B.A. Heat waves in megacities and thresholds of their impact on population mortality. *Gigiena i sanitariya [Hygiene and Sanitation, Russian journal]*. 2017; 11: 1073–8. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-11-1073-1078>. (in Russian)
- Revich B. Heat-wave, air quality and mortality in the Russian Federation's Europe, 2010: Preliminary assessment. *Ekologiya cheloveka [Human Ecology]*. 2011; 7: 3–9. (in Russian)
- Shaposhnikov D., Revich B., Bellander T., Bedada G., Bottai M., Kharkova T. et al. Heat Wave and Wildfire Air Pollution related Mortality in the Summer of 2010 in Moscow. *Epidemiology*. 2014; 25 (3): 359–64.
- Poverty & Death: Disaster Mortality 1996–2015. The Centre for Research on the Epidemiology of Disasters; 2019: 22. DOI: [https://www.unisdr.org/files/50589\\_credidastermortalityallfinalpdf.pdf](https://www.unisdr.org/files/50589_credidastermortalityallfinalpdf.pdf). (accessed April 29, 2019)
- Shaposhnikov D.A., Revich B.A. On some approaches to calculating the risks of tempera-tural waves for health. *Analiz riska zdorov'yu [Health Risk Analysis]*. 2018; 1: 22–30. DOI: [10.21668/health.risk/2018.1.03](https://doi.org/10.21668/health.risk/2018.1.03). (in Russian)
- Vilfand R.M., Kiktev D.B., Rivin G.S. On the way to forecast the weather for cities. In: *Proceedings of the international conference devoted to the centenary of the birth of academician A.M. Obukhov "Turbulence, Dynamics of atmosphere and climate" [Turbulentnost', Dinamika atmosfery i klimata]*. Dolgoprudny: Fizmatkniga; 2018: 7. DOI: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35890528>. (accessed April 29, 2019) (in Russian)
- D'Amato G., Liccardi G., Frenguelli G. Thunderstorm-asthma and pollen allergy. *Allergy*. 2007; 62 (1): 11–6.
- D'Amato G., Cecchi L., Amato M., Liccardi G. Urban air pollution and climate change as environmental and environmental risk factors of respiratory allergy: an update. *J Invest Allergol Clin Immunol*. 2010; 20 (2): 95–102.
- Ageev F.T., Smirnova M.D., Galaninsky P.V. Assessment of direct and delayed impact of abnormally hot summer 2010 on the course of cardiovascular diseases in outpatient practice. *Terapevticheskiy arkhiv*. 2012; 8: 45–51. DOI: <https://elibrary.ru/item.asp?id=18226454>. (accessed April 29, 2019) (in Russian)
- Baccini M., Biggeri A., Accetta G., Kosatsky T., Katsouyanni K., Analitis A. et al. Heat effects on mortality in 15 European cities. *Epidemiology*. 2008; 19: 711–9. DOI: [10.1136/jech.2008.085639](https://doi.org/10.1136/jech.2008.085639).
- Smirnova M.D., Fofanova T.V., Yarovaya E.B., Ageev F.T. Prognostic factors of development of cardiovascular complications during abnormal heat in 2010 (cohort observational study). *Kardiologicheskiy vestnik*. 2016; 1 (9): 43–51. <https://readera.ru/14334763>. (accessed April 29, 2019) (in Russian)
- Smirnova M.D., Ageev F.T., Svirida O.N., Konovalova G.G., Tikhaze A.K., Lankin V.Z. The effect of summer heat on the health status of patients with moderate and high risk of cardiovascular complications. *Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika*. 2013; 12 (4): 56–61. DOI: [10.15829/1728-8800-2013-4-56-61](https://doi.org/10.15829/1728-8800-2013-4-56-61). (in Russian)
- Smirnova M.D., Fofanova T.V., Ageev F.T. Hypertensive crises during anomaly-Noah heat 2010: predictive factors for the development (cohort observational study). *Sistemnyye gipertenzii*. 2016; 2(13): 33–6. DOI: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27706531>. (accessed April 29, 2019) (in Russian)
- Hausfater P., Megarbane B., Dautheville S. et al. Prognostic factors in non-exertional heatstroke. *Intensive Care Med*. 2010; 36 (2): 272–80. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00134-009-1728-5>.
- Ageev F.T., Smirnov M.D., Svirida O.N., Kuzmina A.E., Shatalina L.S. Effect of intake of cardiac drugs on adaptation to high temperatures of patients with cardiovascular diseases in the hot summer of 2010. *Terapevticheskiy arkhiv*. 2013; 3 (85): 63–9. DOI: <https://elibrary.ru/item.asp?id=18967561>. (accessed April 29, 2019) (in Russian)
- Smirnova M.D., Svirida O.N., Vitsenya M.V., Kuzmina A.E., Lankin V.Z., Tikhaze A.K. et al. The use of Meldonium to improve the adaptation of agents with cardiovascular diseases to the effects of heat and the correction of associated oxidative stress. *Kardiologiya*. 2014; 7: 53–9. DOI: <https://dx.doi.org/10.18565/cardio.2014.7.53-59>. (in Russian)
- Smirnova M.D., Svirida O.N., Vitsenya M.V., Mikhailov G.V., Ageev F.T. The Effectiveness of Russian health recommendations for sanogenic behavior in a heat wave. *Kardiologiya*. 2015; 5: 66–71. DOI: <https://dx.doi.org/10.18565/cardio.2015.5.66-71>. (in Russian)
- Hubalek Z., Halouska J. West Nile fever – A reemerging mosquito-borne viral disease in Europe. *Emerg Infect Dis*. 1999; 5: 643–50. DOI: [10.3201/eid0505.990505](https://doi.org/10.3201/eid0505.990505).
- Napp S., Petric D., Busquets N. West Nile virus and other mosquito-borne viruses present in Eastern Europe. *Pathog Glob Health*. 2018; 112: 233–48. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2019.03.003>.
- Kioutsoukios I., Stilianakis N.I. Assessment of West Nile virus transmission risk from a weather-dependent epidemiological model and a global sensitivity analysis framework. *Acta Trop*. 2019; 193: 129–41. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2019.03.003>.
- European Centre for Prevention and Control (ECDC) Epidemiological Update West Nile Virus Transmission Season in Europe. 2018. DOI: <https://ecdc.europa.eu/en/news-events/epidemiological-update-west-nile-virus-transmission-season-europe-2018>. (Accessed April 29, 2019).
- Alekseychik I.O., Putintseva E.V., Smelyansky V.P., Boroday N.V., Alieva A.K., Agarkova E.A. et al. Peculiarities of the Epidemic Situation on West Nile Fever in the Territory of the Russian Federation in 2018 and Forecast of its Development in 2019. *Problemy osobo opasnykh infektsiy*. 2019; 1: 17–25. DOI: [10.21055/0370-1069-2019-1-17-25](https://doi.org/10.21055/0370-1069-2019-1-17-25). (in Russian)
- Ganushkina L.A., Patraman I.V., Rezza G., Migliorini L., Litvinov S.K., Sergiev V.P. Detection of Aedes aegypti, Aedes albopictus, and Aedes koreicus in the Area of Sochi, Russia. *Vector Borne Zoonotic Dis*. 2016; 16 (1): 58–60.
- Giovanni R. Chikungunya is back in Italy: 2007–2017. *J Travel Med*. 2018; 25 (1): 1–4. DOI: <https://doi.org/10.1093/jtm/ta004>.
- Volynkina A.S., Kotenev E.S., Lisitskaya Ya.V., Maletskaya O.V., Pakschina N.D., Shaposhnikova L.I. et al. Analysis of Crimean Hemorrhagic Fever Morbidity Rates in the Russian Federation in 2017 and Prognosis for 2018. *Problemy osobo opasnykh infektsiy*. 2018; 1: 12–5. DOI: [10.21055/0370-1069-2018-1-12-15](https://doi.org/10.21055/0370-1069-2018-1-12-15). (in Russian)
- Pshenichnaya N.Y., Leblebicioglu H., Bozkurt I., Sannikova I.V., Abuova G.N., Zhuravlev A.S. et al. Crimean-Congo hemorrhagic fever in pregnancy: A systematic review and case series from Russia, Kazakhstan and Turkey. *Int J Infect Dis*. 2017; 58: 58–64.
- Ermakova L.A., Tverdokhlebova T.I., Pshenichnaya N.Y. Diagnostic significance of enzyme immunoassay in larval helminthiasis (trichinosis, echinococcosis, toxocarosis). *Profilakticheskaya i klinicheskaya meditsina*. 2012; 3: 59–63. DOI: <https://elibrary.ru/item.asp?id=18776936>. (accessed 29 April 2019) (in Russian)
- Ermakova L., Nagornyy S., Pshenichnaya N., Ambalov Y., Boltachiev K. Clinical and laboratory features of human dirofilariasis in Russia. *IDCases*. 2017; 9: 112–5. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.idcr.2017.07.006>.
- 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](https://doi.org/10.1186/s13071-017-2499-4).
- Genchi C., Rinaldi L., Mortarino M., Genchi M., Cringoli G. Climate and *Dirofilaria* infection in Europe. *Vet Parasitol*. 2009; 163 (4): 286–92.
- Simonova E.G., Kartavaya S.A., Titkov A.V., Loktionova M.N., Raichich S.R., Tolpin V.A. et al. Anthrax in the Territory of Yamal: Assessment of Etiopathological and Epidemiological Risks. *Problemy osobo opasnykh infektsiy*. 2017; 1: 89–93. DOI: [10.21055/0370-1069-2017-1-89-93](https://doi.org/10.21055/0370-1069-2017-1-89-93). (in Russian)
- Cherkassky B.L. *Journey of the epidemiologist in time and space [Puteshestviye epidemiologa vo vremeni i prostranstve]*. 2<sup>nd</sup> ed. Moscow: Prakticheskaya meditsina; 2007. 511 p. (in Russian)