

ВЛИЯНИЕ ПОГОДЫ И КЛИМАТА НА СМЕРТНОСТЬ: ИЗМЕНЕНИЕ МЕТОДОЛОГИИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Коротков Андрей Сергеевич
аспирант,

*МГУ имени М.В. Ломоносова, экономический факультет
(г. Москва, Россия)*

Аннотация

Температурные погодные аномалии представляют значительную угрозу общественному здоровью и хозяйству. В работе представлено критическое сравнение методологий исследований по фиксации температурных волн и их влиянию на население. Рассматриваются избранные работы, изданные за последние полтора века в России и за рубежом. Приводится авторская периодизация истории изучения вопроса. Рассматриваются структурные составляющие проблемы. Показано изменение фокуса внимания исследователей с метеорологии к эпидемиологии и выводам для социальной политики.

Ключевые слова: волны жары, волны холода, смертность, климатические изменения.

JEL коды: J17, N30, N50, Q54.

Для цитирования: Коротков А.С. Влияние погоды и климата на смертность: изменение методологии исследования // Научные исследования экономического факультета. Электронный журнал. 2026. Том 18. Выпуск 1. С. 157-177. DOI: 10.38050/2078-3809-2026-18-1-157-177.

Введение

Исследования температуры природной (окружающей) среды перестали быть исключительно климатогеографической темой. Сейчас проблема рассматривается и с точки зрения социально-экономических наук, и с точки зрения эпидемиологии. Говоря о температуре и ее влиянии, нужно помнить и о загрязнении воздуха: продукте как антропогенных выбросов, так и застойных, антициклональных явлений в атмосфере.

Периоды резкого повышения или понижения температуры воздуха, называемые также, соответственно, волнами жары и волнами холода, оказывают негативное многонаправленное воздействие на здоровье и качество жизни населения. Особо уязвимы территории с бедным населением и городские пространства (WHO, 2024).

Знаменитые волны жары в штатах Среднего Запада США в 1995 г. (известная также, как жара в Чикаго) (Changnon et al., 1996), странах Западной и Южной Европы в 2003 г. (Robine et al., 2008) и в регионах Центральной России в 2010 г. (Ревич, 2011) хорошо иллюстрируют

опасность этих явлений. Жара в Европе летом 2022 г., несмотря на уроки, полученные двумя десятилетиями ранее, унесла 60 тыс. жизней (Ballester et al., 2023).

Волны холода не менее опасны для людей и хозяйства (Zhao et al., 2021; Timonin et al., 2025). Среди них: Европейская волна холода 1956 г.; так называемая «Большая стужа» в Великобритании в 1963 году; Южноамериканская волна 1975 г.; волны 2008 г. в США и Европе; холодная зима в Европе в 2009–2010 гг. и в 2012 г.

В концепции изменения климата предполагается дальнейшее увеличение частоты таких событий. В 2024 г. в докладе Всемирного экономического форума в Давосе опасные погодные явления указываются как главная угроза для благополучия населения Земли (World Economic Forum..., 2024).

В этой статье мы делаем попытку сравнения методологий исследований, последовательно пройдя этапы научного видения проблемы обнаружения влияния погоды и климата и подсчета потерь от них. Рассмотрим основные составляющие воздействия волн жары и холода, опишем рекомендации по предотвращению и минимизации ущерба населению и хозяйству.

Таким образом, цель настоящей работы – сравнение методологий в исследованиях, в которых рассматриваются волны жары и холода в разных регионах мира.

Задачи: поиск релевантных работ отечественных и зарубежных авторов, периодизация работ, их критическое рассмотрение, описание составляющих проблемы, выведение направлений и рекомендаций для дальнейших исследований.

1. Обзор истории вопроса

Изучению феномена волн жары и холода посвящен внушительный корпус статей в отечественной и зарубежной научной литературе. Направление особенно активно развивается с начала XXI в. Поводом для исследований послужили знаменитые волны жары в США в 1995 г. и Европе в 2003 г. Правильным, однако, будет уточнить, что работы по определению температурных волн как таковых публиковались как минимум с конца XIX в. В рамках выборочного сравнения методологий укажем на некоторые из них, затем опишем успехи исследований первой половины XX в. и перейдем к современным исследованиям. Рассматриваемые работы выпущены за авторством многих крупных специалистов различных научных интересов. Это свидетельствует о комплексности самой проблемы.

2. Этап первый

Обратимся к научным трудам последней четверти XIX в. В авторитетном журнале *Science* волны холода рассматриваются специалистами (полагаем, метеорологами), скрывающимися под инициалами¹ (например, W.M.D., 1886 и E.N., 1892²). Первый указанный – Уильям

¹ Существует как минимум две причины, почему некоторые авторы публикуются под монограммами. Первая заключается в том, что автор уже известен читателям и для удобства восприятия и экономии при печати имя заменяется инициалами. Вторая причина – содержащиеся в статье критические замечания по отношению к другим людям или событиям. Публикуясь под инициалами, автор сохраняет анонимность.

² Примечателен тот факт, что в своей заметке 1892 г. некто E.N., чье имя нам на момент написания статьи неизвестно, критикует работу (тоже о волнах холода) в декабрьском выпуске 1891 года «*American Meteorological Journal*» за авторством Dr. A. Woeikof. Это Александр Иванович Воейков (1868–1947) – русский географ, метеоролог и климатолог, именем которого названа Главная геофизическая обсерватория в Санкт-Петербурге. В со-

Моррис Дейвис (William Morris Davis) – крупный американский географ и метеоролог. В перечисленных работах рассматриваются особенности движения масс холодного воздуха как в общем, так и на последних примерах в США: антициклон, прошедший над восточной частью страны в начале-середине января 1886 года (W.M.D., 1886) и ледяной дождь, погубивший множество деревьев вдоль железнодорожной линии Бостон – Олбани в феврале того же года (Davis, 1886).

Уже тогда был сделан вывод, что волны холода – примеры крайне суровых погодных условий. Считаем, что указанные работы не являются первыми, но продолжают начатую ранее в научной среде дискуссию. Понимание физики атмосферы и процессов, происходящей в ней, в то время находилось не на таком высоком уровне, нежели сейчас. В первую очередь из-за отсутствия плотной сети метеостанций. Позже, в самом конце XIX в., во Франции появились метеозонды. И лишь спустя шестьдесят лет к ним добавились первые метеорологические спутники. Важно указать на то, что общие рамки описания происхождения и влияния волн высоких и низких температур уже тогда были сформулированы вполне точно: это антициклональные явления.

3. Этап второй

К первой половине XX в. число публикаций по рассматриваемым темам вырастает. Появляются обзоры прошедших волн жары с указанием числа жертв. Так, например, в пик лондонской жары (Великобритания) в августе 1930 г. температура достигала 33°C. Тогда за непродолжительный период погибло 68 человек (Barron, 1930).

Еще одна статья того же периода заинтересовала нас больше других: она характеризуется подробным описанием и обилием используемой статистической информации. В июле 1936 г. в Детройте (Мичиган, США) за неделю из-за жары погибло 295 человек. Смертность выросла на 204% в сравнении со средним за последние пять лет. Пороговым значением температуры автором принимается 100°F (около 38°C). Если за период наблюдений с 1871 по 1935 г. порог был превышен всего семь раз, то в июле 1936 году отметка в 100°F превышалась семь дней подряд. В один из дней была зафиксирована температура 40,6°C (Root, 1937). По состоянию на август 2025 г. рекорд не побит.

Автор статьи Кларенс Рут использует данные о смертях, полученных от Департамента здравоохранения Детройта. В исследовании приводится таблица воздействия на каждый день: температуры максимальная и минимальная, влажность, скорость ветра и его направление, продолжительность солнечного сияния, число умерших за каждый день. Заметен накопительный (кумулятивный) эффект от воздействия жары. Как только температура падает, рост числа смертей прекращается.

Кроме климатической информации автор приводит подробную статистику по возрасту, полу, расовой принадлежности погибших и по роду их занятий. Ранее такие наблюдения в рецензируемой литературе нам не встречались. Среди погибших большинство были белыми,

временной английской традиции его фамилия записывается как Voeikov. Еще более удивительно, что E.N. сетует на то, что доктор Воейков не может со знанием дела говорить что-либо о волнах холода, так как: «...he resides in a country where they have no cold waves, properly speaking» («он живет в стране, где, собственно, и нет волн холода» – перевод мой. – А.К.) (цит. по: E.N., 1892, p. 24).

мужчинами и в преклонном возрасте (группа от 75 лет и старше). В разрезе занятости в относительных величинах больше других пострадали фермеры (работающие на открытом воздухе), а в абсолютном исчислении – домохозяйки (в силу многочисленности категории).

Население города характеризуется высокой плотностью и отсутствием устойчивости к такого рода температурам (климат города умеренно-континентальный). Автор описывает физиологические особенности восприятия жары: невозможность быстро перестроиться с прохладной погоды на жаркую, повышение нагрузки на надпочечники, проблемы с ЖКТ, гендерный дисбаланс (мужчины труднее и хуже переносят жару), инфекционный фактор (жара ослабляет иммунитет, так как замедляется метаболизм). Был описан «эффект косьбы»³: хронически больные, пожилые и слабые люди умирали раньше. Рут описывает показательную закономерность, что число смертей никак не связано с отдельными показателями погоды, зато связано с их комбинациями, такими как мощность охлаждения (cooling power), измеряемая кататермометром⁴. Среди причин тепловых ударов Рут называет: неправильную одежду, физические нагрузки, нахождение на солнце (Root, 1937).

С развитием интереса к теме ущерба для населения от воздействия погоды и климатического фактора расширяется и инструментарий исследователей. Подход Кларенса Рута к описанию детройтской волны жары 1936 г. в достаточной степени напоминает современные статьи: к данным метеорологических служб прибавляются статистика смертности, социально-экономические показатели и довольно подробное физиологическое описание воздействия высоких температур на организм человека. Автором предлагаются также и решения, направленные на снижение ущерба от жары. Выводы, которые делает автор, актуальны до сих пор.

4. Этап третий

Во второй половине XX в. тепловое воздействие привлекало внимание ученых как фактор гигиены. В работах 1980-х гг. изучалось негативное влияние высокой температуры на производстве, например, в горячем цеху на сталелитейном заводе, на организм работника (Dukes-Dobos, 1981).

Проводились эксперименты по отклику организма на высокую температуру (Bonner et al., 1976). Исследовалось влияние жаркого климата на рабочих и военных. Пребывание в тропиках и в пустыне в течение нескольких месяцев приводило к тепловому истощению (heat exhaustion) и изменениям нормальных функций организма (Leithead, Lind, 1964). Общие рекомендации сводились к большему потреблению воды и кондиционированию воздуха. Здесь мы должны еще раз заметить, что меры, рекомендуемые для снижения рисков, связанных с высокими температурами, не претерпели существенных изменений за более чем полувековую историю изучения вопроса.

³ Эффект косьбы, или эффект жатвы, реже: «эффект собора урожая» – краткосрочный перенос смертности влево по шкале времени. После прохождения катаклизма (волна жары/холода, эпидемия, голод), который сопровождался значительным числом дополнительных (избыточных) смертей, смертность резко падает и оказывается ниже ожидаемой. Понятие неразрывно связано с понятием избыточной смертности.

⁴ В дальнейшем было установлено, что «кататермометр не воспроизводит условий потери тепла с поверхности кожи человека, не учитывает влияния теплового излучения, которое оказывает значительное действие на тепловой обмен организма. <...> (однако) пользуясь кататермометром, можно ориентировочно определить, с какими его показаниями при различных условиях производственной деятельности совпадает оптимальное самочувствие людей, и оценить охлаждающую способность метеорологических факторов (температуры и скорости движения воздуха)» (Большая медицинская энциклопедия, 1979).

В ряде эпидемиологических работ ученые обращали внимание на учащение встречаемости некоторых заболеваний на фоне высоких или низких температур. Так, в холодные периоды, на данных Англии и Уэльса показаны учащающиеся случаи инсультов, инфарктов миокарда и пневмонии. Важно отметить, что подверженность увеличивается с возрастом и с ростом продолжительности воздействия аномальных температур. Двухдневные скачки температуры воздуха практически не оказывают влияния, тогда как затяжные⁵ аномалии имеют ярко выраженный негативный эффект, вплоть до того, что растет число смертей от всех групп заболеваний, кроме онкологии (Bull, Morton, 1978).

В 1979 г. Роберт Стедман из Университета Колорадо (США) предложил шкалу определения «кажущейся», или «ощущаемой», температуры (Steadman, 1979a; Steadman, 1979b). Индекс жары – показатель, направленный на определение теплового воздействия на организм человека. Кроме самой температуры воздуха в индекс включаются скорость ветра, влажность воздуха, влияние непрямого (отраженного и рассеянного) солнечного излучения. Это важный параметр для исследования воздействий волн жары на население. Индекс стал популярен среди исследователей и применяется до сих пор.

В продолжение сравнения методологий исследований по теме влияния температур на человека приведем еще один пример. Коллинз с соавторами рассматривают на данных Великобритании восприятие температур ниже комфортной (ниже диапазона от 18°C до 24°C). У пожилых людей ухудшена терморегуляция, к тому же они склонны к большим скачкам артериального давления при переохлаждении. Во время испытаний на людях с обдувом ветром и нахождении в холодных помещениях было определено, что адаптивные способности выше у молодых, а так называемое «закаливание» – регулярное погружение в холодную воду – приводит к увеличению порога восприятия низких температур (Collins et al., 1985).

Третий этап можно кратко охарактеризовать как экспериментальный. Накопленный достаточный массив данных о погоде побудил к изучению второго элемента в системе влияния погоды – самого человека. Результаты, полученные исследователями за тот период, стали основой для будущих работ. Множество выводов были проверены и подтверждены снова, на данных 2010-х и 2020-х гг.

5. Этап четвертый

К началу XXI в. ученое сообщество подходит, имея опыт изучения волн жары и холода с позиции механизма образования и с позиции влияния на народонаселение. Прошедшая в 1995 г. волна жары в Чикаго (США) заставила задуматься о коллективных мерах противодействия урону населению и экономики. Работы периода используют статистику о населении, социально-экономические, метеорологические и экологические показатели и нередко предлагают моделирование урона.

В Западной Европе жару 2003 г. называли самой смертоносной за последнее время. Робин с соавторами сравнивает смертность за каждый день в 2003 г. со средними значениями за пять предыдущих лет на данных стран Евросоюза в разбивке по районам (NUTS). Всего было выявлено около 80 000 дополнительных смертей, причем 70 000 пришлось на лето (Robine et al., 2008).

⁵ По IPCC (МГЭИК) волна жары (холода) – период, продолжительностью более двух дней подряд.

Результаты показывают, что для разных стран удар температурной волны имел разные последствия. Так в Люксембурге смертность увеличилась на 14,3%, в Испании – на 13,7%, во Франции – на 11,8%, в Италии – на 11,6%. В гендерном разрезе преобладали женщины: на них пришлось 65% всех избыточных смертей (полагаем, потому что в группе преклонного возраста доля женщин существенно превышает долю мужчин).

В разрезе двух недель с 3 по 16 августа (период *самой* волны) в Португалии смертность выросла на 48,9%, в Италии – на 45,4%, в Испании – на 41,2%. Во всех странах, кроме трех (Дании, Польши и Чехии), прирост составил более 10%. Авторы замечают, что волна жары не имела эффекта косьбы, так как высокая смертность оставалась повсеместной до конца лета 2003 г. (Robine et al., 2008).

Другие исследования, такие как (Pison, 2004), показали, что в регионах с аномально низкой смертностью в 2004 г. не было серьезных потерь от жары в 2003 г. В возрастном разрезе наблюдалась следующая картина (на примере Франции): в группе 65+ смертность выросла на 9,5%, в группе 75+ – на 16,5%, в группе 85+ – на 26,8%, а в группе 95+ – на 46%. Вывод: избыточная смертность увеличивается с возрастом.

В обзорной статье 2009 г. перечисляются показатели для учета влияния температуры на организм. Один из них – «ощущаемая» температура – комплексный, состоящий из температуры воздуха (обычно, на высоте 2 м), относительной влажности воздуха, точки росы⁶. Однако не все авторы пользуются этим показателем в своих исследованиях. Среди других показателей в моделях встречаются: атмосферное давление, день недели, временной тренд, загрязняющие вещества. Последние иногда используются в качестве модификаторов эффекта при выделении чистого эффекта температуры (Basu, 2009).

Стедман (Steadman, 1979b) не нашел связи восприятия жары и атмосферного давления. Загрязнители как факторы, ухудшающие качество воздуха и повышающие урон населению, были описаны во многих работах, например, (Ревич, 2011; De Bont et al., 2024). Учет временных трендов требуется для отделения долговременных процессов (таких как снижение смертности за последние 20 лет) и кратких воздействий (волн жары или холода, эпидемий). Часто наличие таких трендов затрудняет сопоставление числа умерших в периоды температурных волн с прошлыми периодами. Это требуется для вычисления уровня избыточной смертности (как в работе (Ревич, 2011)). Корректировки на недели вводятся для выделения государственных праздников и выходных. В такие периоды смертность повышается (Timonin et al., 2025).

Температура воздуха используется как средняя, так и максимальная, и минимальная (если определяется ночное воздействие). По мнению климатологов, например, Павла Константинова с географического факультета МГУ⁷, ночное воздействие высоких температур более опасно, нежели дневное. В первую очередь это связано с особенностями сердечно-сосудистой системы в условиях постоянного теплового стресса. Иными словами, нарушается привычная функция сна – восстановительная.

⁶ Здесь мы можем найти сходство со статьей Рута (Root, 1937), однако ветро-холодовой индекс (индекс Сайпла–Пассела) был выведен лишь 1941 г. и не является аналогом кататермометра, упомянутого в работе. В то же время, это пример использования индекса, предложенного Стедманом (Steadman, 1979b).

⁷ РБК. 13 июля 2021 г.: URL: <https://www.rbc.ru/society/13/07/2021/60ed3b799a79473afde89dde> (дата обращения: 20.08.2025).

Можно рассматривать проблему избыточных смертей от высоких и низких температур и с точки зрения денежных потерь. Австрийско-голландский коллектив под руководством Элизабет Майрхубер рассматривает англо- и германоязычный корпус статей, опубликованных с 1995 по 2017 г. (Mayrhuber et al., 2018). Большинство исследований посвящено странам ОЭСР и крупнейшим по населению Китаю и Индии. В числе лидеров – статьи о случаях волн жары и методах их преодоления в США и Канаде⁸.

Перечисляя множество методов защиты от высоких температур, авторы делают акцент на их эффективности. Одно из приведенных исследований, посвященное затратам на введение и эксплуатацию системы раннего предупреждения в Филадельфии (Пенсильвания, США) и выгодам от спасения дополнительных жизней (с учетом стоимости жизни и возраста), показывает значительный положительный баланс: 117 сэкономленных жизней ценой в 468 млн дол. при стоимости системы 210 тыс. дол. (Ebi et al., 2004).

Многие работы посвящены исследованиям смертности от превышения загрязняющих веществ (в частности, $PM_{2.5}$), но не от повышенных или пониженных температур. Тем не менее, отметим, что концентрации $PM_{2.5}$ выше в городах, которые характеризуются так называемыми «островами тепла». Еще важно отметить, что в периоды воздействия над территориями блокирующих антициклонов, приводящих к волнам жары или холода, из-за отсутствия ветровой активности увеличивается загрязнение воздуха продуктами сгорания как техногенного (производства, транспорт), так и природного (лесные, торфяные и степные пожары) происхождения.

Среди последних исследований – рассмотрение международной группой ученых при участии крупного специалиста Антонио Гаспаррини рассматривает на индивидуальных данных Биобанка Великобритании связь госпитализаций при долгосрочном воздействии мелкодисперсных загрязняющих веществ. Данные собирались в рамках когортного исследования с 2006 г. по 2010 г. Анкетирование прошли 502 тыс. человек в возрасте от 40 до 69 лет (Vanoli et al., 2024).

Продолжительное проживание в местах с повышенным загрязнением $PM_{2.5}$ (даже при невысоких относительных концентрациях менее 15 мкг на м^3 ⁹) приводит к росту числа сердечно-сосудистых заболеваний, таких как ишемическая болезнь сердца, инсульт, сердечная недостаточность, остановка сердца до двух раз (Vanoli et al., 2024).

Одно из новейших исследований по теме влияния волн жары и холода было выполнено интернациональной командой под руководством Сергея Тимонина на российских данных (Timonin et al., 2025).

Используя высокочастотные анонимные данные о числе смертей (посуточные, по полам, по 300 крупнейшим городам России) за 20 лет (2000–2019) и показатели температуры модели глобального реанализа Copernicus ERA-5, определялись температуры минимальной смертности – такие температуры, при которых при прочих равных смертность на определенной территории минимальна.

⁸ Считаем такую диспропорцию в исследованиях в сторону развитых стран причиной недоучета подобных явлений в менее развитых странах.

⁹ На время исследования безопасная норма загрязнения воздуха $PM_{2.5}$, определенная ВОЗ в 2005 г., составляла 10 мкг на м^3 .

Для количественной оценки числа избыточно умерших от жары или холода использовалось сопоставление температур с референсом – температурой минимальной смертности. Дни с температурой, превышающей референс, считались жарой, ниже – холодом. Дни с избыточной смертностью проверялись на экстремумы. Экстремальная жара принималась за период, когда температура превышает 97,5 перцентиль, экстремальный холод – 2,5 перцентиль. Распределение температур принималось свое для каждого города (Timonin et al., 2025).

Всего за период с 2000 по 2019 г. 11% всех смертей (без разделения по возрастам, полам и городам) связываются с неоптимальными температурами. Различия между холодом и жарой не столько драматичны, сколько иллюстрируют «северность» России: 10,5% против 0,7% (Timonin et al., 2025).

В работах, приведенных в этом разделе, описываются кумулятивные воздействия волн жары и холода на период до 40 суток, чаще всего, 21 день (Barnett et al., 2012; Timonin et al., 2025)¹⁰. Для них характерна ситуация «сбора урожая», при которой основную долю погибших составляют слабые (хронически больные и старые) люди (Ревич, 2011; Ревич, Шапошников, 2012). Однако, если такой связи не обнаруживается, значит жаркая погода заметно влияет на все группы населения, что особенно опасно для общественного здоровья.

С климатогеографической точки зрения в регионах с мягким климатом высокие температуры более опасны, так как населению они непривычны, и лишь малая часть хозяйств оборудована кондиционерами. Это одна из причин, по которой нельзя относить наличие кондиционера к уровню социально-экономического благополучия жителей: часто в нем нет необходимости.

С другой стороны, сдвигаются привычные границы климатических поясов. Частота волн жары в XXI в. будет увеличиваться из-за изменений климата. Вычисления на глобальных моделях климата показывают связи с определенными типами атмосферной циркуляции, которая усугубляется из-за высокой эмиссии парниковых газов. В регионах выбросов наблюдаются более сильные волны жары. Самыми уязвимыми регионами являются как более теплые субтропические части США (Юго-Восток, Юго-Запад и Средний Запад) и Средиземноморского побережья, так и страны с умеренным климатом, такие как Франция, Германия и страны Балканского полуострова (Meehl, Tebaldi, 2004).

Четвертый этап – наиболее прикладной, потому как рассматривает отдельные температурные волны и их последствия или же влияние температурных волн на длительных промежутках (до 20 лет). Для исследований характерны как широта подхода, анализ корпусов литературы предшественников, так и глубина: денежная оценка, долгосрочное моделирование. Работы по изучению погодных аномалий продолжаются.

6. Дискуссия

Проследив почти полутравековую историю изучения вопроса, мы показали развитие научных взглядов на проблему урона населению от жары и холода.

Проблему вполне возможно разложить на структурные составляющие, равно, на основные части:

¹⁰ Критерий лага в 21 день использовался в том числе для соответствия исследованиям с аналогичным подходом (Timonin et al., 2025, p. e412): такое моделирование уже стало «классическим» в работах по избыточной смертности от температуры.

- 1) причину появления волн жары и холода – климатологический раздел;
- 2) пути причинения урона населению – медико-биологический раздел;
- 3) дополнительные природные ухудшающие факторы – медико-географический раздел;
- 4) проблему подсчета потерь среди населения – экономико-демографический раздел;
- 5) проблему преодоления или снижения (минимизации) урона – экономико-политический раздел.

Рассмотрим их по отдельности.

1. Причина появления волн жары и холода

Волны жары – периодически повторяющееся погодное явление – результат формирования в приземном слое атмосферы теплой воздушной массы, которая характеризуется слабой подвижностью.

Межправительственная группа экспертов по изменению климата (IPCC) характеризует это явление так: «a period of abnormally hot weather, often defined with reference to a relative temperature threshold, lasting from two days to months» (период аномально жаркой погоды, определяемый по относительному температурному порогу, продолжительностью от двух дней до нескольких месяцев (перевод мой. – А.К.)). Для волн холода определение идентично, за тем исключением, что это периоды аномально холодной погоды.

Полагаем, что для разных территорий как относительный температурный порог, так и продолжительность волны могут различаться в зависимости от множества факторов.

Считается, что эти волны имеют тенденцию к учащению и усилению из-за изменения климата (ЮНИСЕФ, 2024).

2. Пути причинения урона населению

За терморегуляцию в человеческом организме отвечает гипоталамус – участок головного мозга. Он управляет эндокринной системой. Система терморегуляции обеспечивается работой щитовидной железы и надпочечниками. Система реагирует на повышение температуры тела, и больше крови перебрасывается от внутренних органов к коже для усиления теплоотдачи. В случае, когда отводится чрезмерный объем крови, усиливается нагрузка на легкие и сердце. Если у человека высокий уровень холестерина и сахара, то у него повышенная вязкость крови. Это повышает порог потоотделения, что приводит к перегреву. Здесь акклиматизация играет важную роль. На физиологическом уровне закономерно, что неподготовленным людям сложнее находиться во влажном и жарком климате (Leithhead, Lind, 1964; Basu, 2009).

В литературе, начиная как минимум с 1930-х гг. (например, (Root, 1937)) описывается влияние жары на различные системы человеческого организма, как мы писали в предыдущем разделе, наиболее подвержены сердечно-сосудистая система. Негативное воздействие оказывается и на дыхательную (развитие ХОБЛ и астмы или их обострение), и на пищеварительную системы. Снижается иммунитет. Дополнительные усугубляющие факторы описаны нами в следующем пункте.

3. Дополнительные природные ухудшающие факторы

Многоаспектность явления и мультисистемность климатического воздействия связаны с метеорологическими особенностями периодов жары или холода – это всегда область высо-

кого давления. Этому следует отсутствие осадков и ветра. В воздухе накапливаются загрязняющие вещества, продукты сгорания. Особенно сильно это заметно в предгорьях и в котловинах, а также на территориях с множеством «грязных» производств. Из-за сухого воздуха в сочетании с высокой температурой возгораются торфяники или трава. Случаются и быстро развиваются лесные пожары. Из-за застойных явлений появляется смог – смесь паров и аэрозолей.

Смог очень вреден: ВОЗ считает опасной концентрацию $PM_{2,5}$ (частицы размером от 0,001 до 2,5 микрометра, находящиеся в воздухе) в 15 мкг/м^3 ($0,015 \text{ мг/м}^3$) и выше в течение 24 часов. Для PM_{10} (частицы размером от 2,5 до 10 микрометра, находящиеся в воздухе) считаются опасными даже кратковременные всплески концентрации до 150 мкг/м^3 ($0,15 \text{ мг/м}^3$). Это повышает суточную смертность на 5% (Глобальные рекомендации ВОЗ..., 2021).

На индийских данных установлено, что смог дает прирост суточных смертей на 7,2% (De Bont et al., 2024). Для Москвы в период жары 2010 г. риск дополнительных случаев суточной смертности из-за загрязнения атмосферного воздуха составил 15–20% (Ревич, 2011).

Волны жары и холода, а также смог провоцируют распространение респираторных инфекций, таких как грипп или ОРВИ. Даже вне эпидемических периодов (осень / весна) велика вероятность роста заразившихся.

4. Проблема подсчета потерь среди населения

Этот пункт включает в себя два подпункта: определение границ волн жары / холода и доступ к данным (наличие данных) о смертях. Считаем, что точность и частота метеоданных удовлетворяют нашим исследовательским требованиям.

Период «волн» выделяется либо через температурные пороги (значения температур, редко встречающиеся на исследуемой территории (Barnett et al., 2012)), например, 3-й и 97-й процентиля (Ревич и др., 2018; Ревич, Григорьева, 2021), 2,5 и 97,5 (Timonin et al., 2025) или 1–5 и 95–99 процентиля (Barnett et al., 2012), либо через подсчет числа дней подряд, с температурой выше средней многолетней (Ревич, 2011).

Единого определения жары (как явления в теплый период года) в научной практике нет, а определение IPCC допускает разные трактовки. Из-за этого смертность от температурного воздействия остается недооцененной. Из-за этого границы (процентили) различаются у разных авторов, что не добавляет сопоставимости.

Проиллюстрируем на двух примерах волны жары и их влияние на смертность населения. Начнем с умеренно-континентального климата. На рисунке 1 (Москва) заметен яркий пик на 25–32 неделях 2010 г. Это волна жары, прошедшая по территории Центральной России. Число умерших достигло 5 тыс. в неделю (31 неделя года, с 26 июля по 01 августа). Это рекордное значение с начала века. Может возникнуть ощущение схожести летних максимумов температур в 2010 и 2011 гг. Однако в 2011 г. не было преодолено некое «граничное» значение температур (здесь: 35°C). К тому же, в 2011 г. ситуация не усугублялась сильнейшими торфяными и лесными пожарами, значительно ухудшающими качество воздуха (Ревич, 2011).

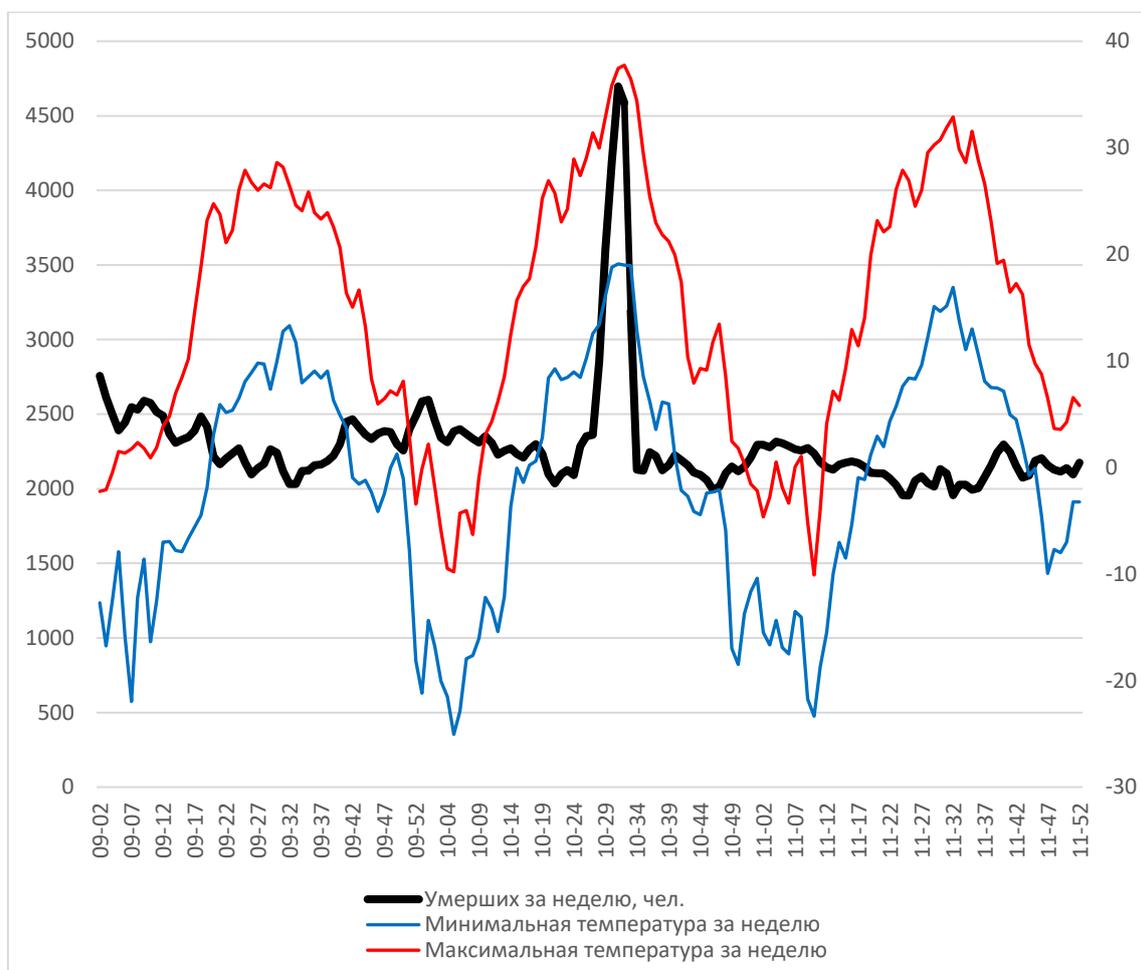


Рисунок 1. Кривые температур (правая шкала) и числа смертей (левая шкала) в Москве, 2009–2011 гг. (скользящее среднее через две недели). Подпись в формате «год–неделя» (составлено автором по данным: Российской базы данных краткосрочных колебаний смертности Международной лаборатории исследований населения и здоровья НИУ ВШЭ (РосБКС) и Всероссийского научно-исследовательского института гидрометеорологической информации – Мирового центра данных (ВНИИГМИ – МЦД)¹¹)

Теперь рассмотрим город, расположенный в зоне сухих субтропиков (средиземноморский тип климата). На рисунке 2 (Лиссабон, Португалия) показаны кривые помесечных максимальных температур и числа смертей среди лиц старше 65 лет (преклонного возраста) и младше 65 лет. Европейская жара 2003 г. в Португалии регистрировалась в первой половине августа.

На графике представлены число смертей за три года (2002–2004). Заметно, что летние месяцы (кроме 2003 г.) характеризуются более низкой смертностью, относительно зимних месяцев. Среди пожилых пик избыточных смертей в августе 2003 г. более выраженный, чем среди остального населения. Вывод: пожилые труднее переносят температурные аномалии, тем более продолжительные. Также важно отметить: зимние месяцы (с ночными температурами до +3°C) в общем случае в средиземноморском климате более опасны с точки зрения смертности для всех возрастов. В то же время в умеренно-континентальной Москве (даже с учетом сезонных эпидемий респираторных заболеваний) (рис. 1) нет столь серьезных различий в годовом ходе числа смертей.

¹¹ Источники: <https://demogr.hsc.ru/russtmf> (РосБКС); <http://meteo.ru/data/basic-parameters/> (ВНИИГМИ – МЦД).

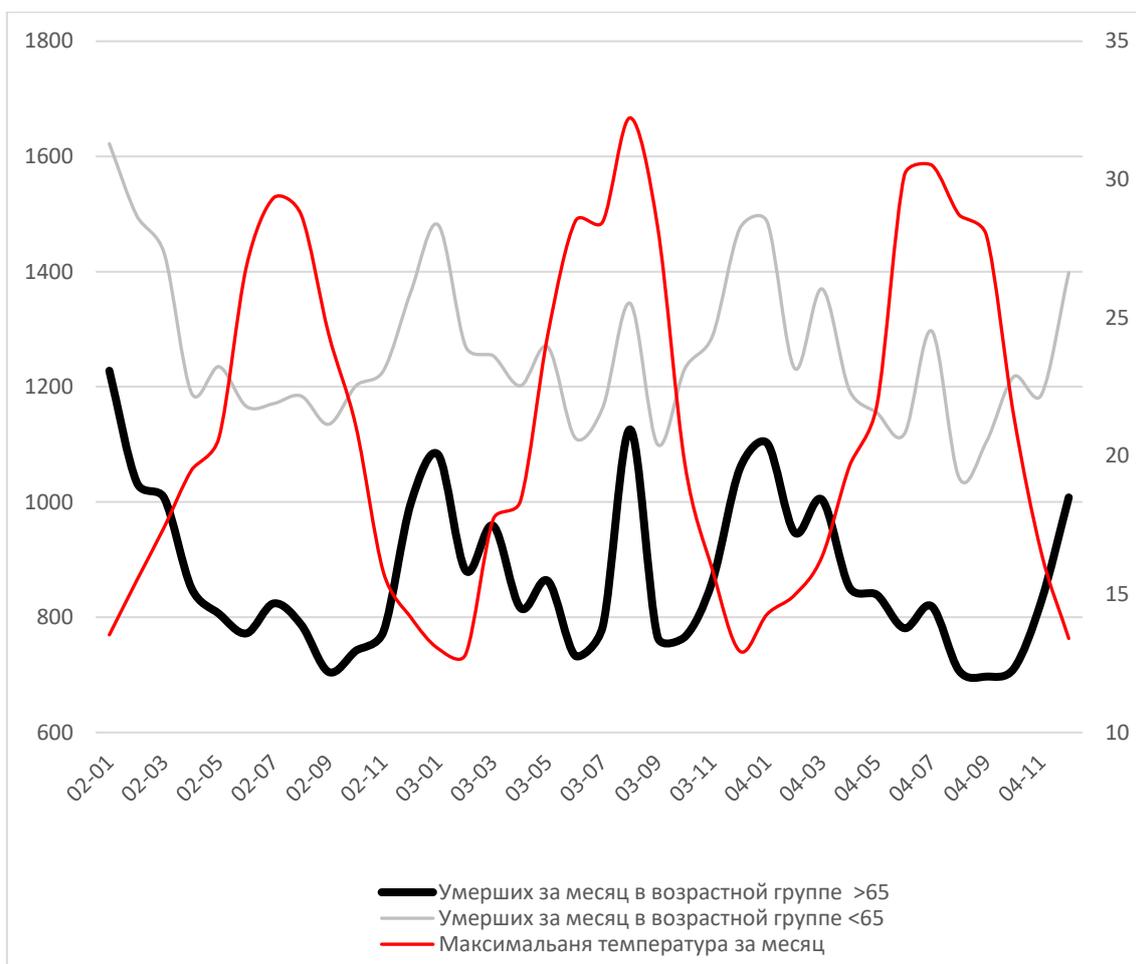


Рисунок 2. Кривые температур (правая шкала) и числа смертей (левая шкала) в Лиссабоне (Португалия), 2002–2004 гг. Подпись в формате «год–неделя» (составлено автором по данным: Португальского института моря и атмосферы (IPMA) и Национального статистического института Португалии (INE)¹²)

5. Проблема преодоления или снижения (минимизации) урона

Как только ученые начали фиксировать число жертв и симптомы у пострадавших, стали предлагаться различные методы по снижению урона. Для жары это (очевидно) были рекомендации носить светлые ткани, головные уборы, пить воду, не находиться под палящим солнцем. Такие меры предлагались как минимум, начиная с работы (Root, 1937).

Для холодных периодов рекомендовалось тепло и многослойно одеваться, не находиться долго на открытом воздухе.

Дальнейшие рекомендации начали сводиться к политическим решениям властей: создавать системы раннего оповещения, вести пропаганду через средства массовых коммуникаций, усиливать штаты бригад врачей и скорой помощи, создавать комнаты прохлады (или обогрева). Список может быть дополнен, исходя из географических, климатических и социально-экономических условий конкретной территории.

Как пример: мы знаем о внедрении в Филадельфии (Пенсильвания, США) системы раннего предупреждения, которая уже хорошо зарекомендовала себя (Ebi et al., 2004).

¹² Источники: <https://www.ipma.pt/en/oclima/series.longas/list.jsp> (IPMA); https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&indOcorrCod=0007739 (INE). Примечание: сайт INE недоступен с российского IP-адреса.

Изучение подходов к адаптации к волнам жары в одной из самых урбанизированных, густонаселенных и «стареющих» стран мира – Японии – проводила Меланья Бекманн из Университета Бремена (Германия). Префектуры вырабатывают собственные рекомендации по противодействию негативному влиянию волн жары. Они рекомендуют обращаться ко врачам даже с незначительными симптомами теплового удара, употреблять больше воды. Меры предосторожности транслируются через местные радио, телевидение, печатные листовки и интернет (Voesckmann, 2016).

Правительство Японии выделяет три уязвимые группы: пожилые люди, строители и школьники (потому что уроки физкультуры проводятся на улице). Работники коммунального хозяйства и доставки выполняют роль социальных контролеров, осуществляя регулярное наблюдение за пожилыми гражданами на дому. Для этой же деятельности привлекаются волонтеры. Банки и магазины позволяют прохожим «побыть в прохладе». Региональные правительства организуют общественные помещения с кондиционированием, раздают «охлаждающие полотенца» и субсидируют покупку кондиционера. Производители техники устанавливают «умные» датчики, которые включают устройства принудительно, если температура поднимается выше определенного порога. Все мероприятия находятся на государственном финансировании, и в случае его отсутствия регионы ограничивают спектр помощи только связью с общественностью. Подход комбинированной адаптации дополняется идеей обустройства зеленых крыш и общим увеличением площадей зеленых насаждений в городах (Voesckmann, 2016).

Иначе говоря, правительство осознает важность защиты населения от пагубного воздействия жары, но из-за увязывания принимаемых мер с защитой окружающей среды и нововведениями в здравоохранении не всегда получается отделить направленную на население политику. В Японии так и не был создан универсальный «портфель» решений по противодействию рискам, применимый ко всем префектурам (Voesckmann, 2016). Вдобавок, дефицит генерирующих мощностей и нестабильность работы «зеленых» источников приводит к энергодефициту (Kyodo News, 2023) и отключениям потребителей вместе с кондиционерами.

В XXI в. к пяти перечисленным выше составляющим добавилась шестая, *связанная с любым неравенством*: гендерным, возрастным, социальным, территориальным и т. п.

Рупа Басу изучала данные о смертности от повышенной температуры (не связанной с волнами жары) за восемь лет, с 2001 по 2008 г. по базе «PubMed». Повышенная смертность, проявляющаяся в жаркий период, сильнее всего затрагивает уязвимые группы – пожилые (старше 65 лет), младенцы, маленькие дети, бедные и темнокожие (Basu, 2009).

Возраст, образование, наличие работы и уровень жизни влияют на здоровье и поведенческие паттерны, различия в которых выливается в различие в ущербе от жары для разных групп населения. При проведении мероприятий политикам важно учитывать эти различия для правильного подбора мер помощи.

Мы считаем уместным учесть и седьмую составляющую: *дополнительные ухудшающие факторы, как связанные с основными, так и независимые от них*. Проиллюстрируем раздел некоторыми примерами.

Причины большого числа смертей в некоторых случаях волн жары обусловлены не медицинскими или физико-биологическими причинами, а социально-экономической ситуацией. По информации СМИ при жаре в Чикаго в 1995 году многие не имели кондиционера или не

могли позволить включить кондиционер из-за дороговизны электроэнергии; не открывали окна из-за страха быть ограбленными, отказывались ночевать на открытом воздухе¹³ (Klinenberg, 2015, p. 56).

Для сравнения: во время жары в Чикаго в 1955 г. в парках были разбиты палаточные городки, чтобы жители спали на открытом воздухе. Смертность оказалась тогда вдвое ниже (Klinenberg, 2015, p. 56).

В Карачи и других районах Пакистана в 2015 г. летняя волна жары пришлась на мусульманский пост в месяц Рамадан (РИА Новости, 2015). Ситуацию ухудшили множественные отключения электроэнергии.

Подобная ситуация произошла в 2024 г. в Мекке (Саудовская Аравия) где жертвами жары стали паломники, совершающие хадж (ТАСС, 2015).

В этих случаях мы можем заключить, что проявление гибкости и неочевидных решений, таких как усиление ночных полицейских патрулей, понижение тарифов на электроэнергию, может снизить риск для граждан особенно, в уязвимых группах.

Несмотря на многообразие имеющейся научной литературы и рекомендаций по действиям населения во время жары или холода, подобных, кажущихся лежащими на поверхности, идей нами выявлено не было.

Заключение

Человек может противостоять холодовому и тепловому воздействию: у него есть собственная система терморегуляции, одежда по погоде¹⁴. В некоторых случаях, когда большой группе людей угрожает опасность, усилиями властей организуется помощь. Однако в разные исторические эпохи (по крайней мере за последние полтора века) в заметной степени менялись представления о преодолении воздействия аномальных температур. Для понимания возможных последствий для населения и хозяйства были проведены многочисленные исследования. Часть из них была экспериментами, часть – описывали последствия и предостерегали о дальнейшей возможной опасности.

Грамотное разделение групп населения по уровню уязвимости, возрасту, социальному и экономическому положению – важная часть в выработке мер, внедряемых в системы здравоохранения для сокращения урона.

В этой статье мы сравнили методологии все еще дискуссионного определения волн жары и холода, урона от них. Проследили изменение отношения ученых и политиков к проблеме. На множестве примеров разобрали подходы к исследованию. Во второй части работы описали структурные составляющие, понимание которых приближает специалистов к выработке механизмов защиты и адаптации населения в урбанизированном мире с меняющимся климатом. Важной частью будущих исследований станет долгосрочный прогноз опасности на конкретные территории, в том числе для России.

¹³ Ночные высокие температуры, что в помещении, что на открытом воздухе, опаснее дневных.

¹⁴ Подробнее см.: ГОСТ Р ИСО 11079-2015 Эргономика термальной среды. Определение холодового стресса и его интерпретация на основе показателей требуемой термоизоляции одежды и локального охлаждающего воздействия (Национальный стандарт..., 2015).

Список литературы

Большая медицинская энциклопедия / гл. ред. Б.В. Петровский. 3-е изд. Т. 10. М.: Советская энциклопедия, 1979.

Национальный стандарт Российской Федерации. М.: Стандартинформ. 2015. 39 с.

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.

Ревич Б.А., Шапошников Д.А. Изменение климата, волны жары и холода как факторы риска повышенной смертности населения в некоторых регионах России // Проблемы прогнозирования. 2012. №. 2. С. 122–138.

Ревич Б.А., Шапошников Д.А., Анисимов О.А., Белолуцкая М.А. Волны жары и холода в городах, расположенных в арктической и субарктической зонах, как факторы риска повышения смертности населения на примере Архангельска, Мурманска и Якутска // Гигиена и санитария. 2018. Т. 9. № 97. С. 791–798. <https://www.doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-9-791-798>.

Ревич Б.А., Григорьева Е.А. Риски здоровью российского населения от погодных экстремумов в начале XXI в. Ч. 1. Волны жары и холода // Проблемы анализа риска. 2021. Т. 2. № 18. С. 12–33. <https://www.doi.org/10.32686/1812-5220-2021-18-2-12-33>.

Ballester J., Quijal-Zamorano M., Méndez Turrubiates R.F. et al. Heat-related mortality in Europe during the summer of 2022 // Nat Med. 2023. No. 29. P. 1857–1866. <https://www.doi.org/10.1038/s41591-023-02419-z>.

Barnett A., Hajat S., Gasparrini A., Rocklöv J. Cold and heat waves in the United States // Environmental Research. 2012. No. 112. P. 218–224. <https://www.doi.org/10.1016/j.envres.2011.12.010>.

Barron W.E. Heat wave in England // Bulletin of the American Meteorological Society. 1930. Vol. 11. No. 10/11 P. 175: URL: <http://www.jstor.org/stable/26262581> (дата обращения: 28.04.2025).

Basu R. High ambient temperature and mortality: a review of epidemiologic studies from 2001 to 2008 // Environ Health. 2009. Vol. 8. No. 40. <https://www.doi.org/10.1186/1476-069X-8-40>.

Boeckmann M. Exploring the health context: A qualitative study of local heat and climate change adaptation in Japan // Geoforum. 2016. Vol. 73. P. 1–5. <https://www.doi.org/10.1016/j.geoforum.2016.04.006>.

Bonner R.M., Harrison M.H., Hall C.J., Edwards R.J. Effect of heat acclimatization on intravascular responses to acute heat stress in man // Journal of Applied Physiology. 1976. Vol. 41. No. 5. P. 708–713. <https://www.doi.org/10.1152/jappl.1976.41.5.708>.

Bull G.M., Morton J. Environment, temperature and death rates // Age and Ageing. 1978. No. 7. P. 210–214. <https://www.doi.org/10.1093/ageing/7.4.210>.

Changnon S.A., Kunkel K.E., Reinke B.C. Impacts and Responses to the 1995 Heat Wave: A Call to Action // Bulletin of the American Meteorological Society. 1996. Vol. 77. P. 1497–1506. [https://www.doi.org/10.1175/1520-0477\(1996\)077<1497:IARTTH>2.0.CO;2](https://www.doi.org/10.1175/1520-0477(1996)077<1497:IARTTH>2.0.CO;2).

Collins K.J., Easton J.C., Belfield-Smith H., Exton-Smith A.N., Pluck R.A. Effects of age on body temperature and blood pressure in cold environments // Clinical Science. 1985. Vol. 69. No. 4. P. 465–470. <https://www.doi.org/10.1042/cs0690465>.

Davis W.M. A Recent Ice-Storm // Science. 1886. Vol. 7. No. 160. P. 190. <https://www.doi.org/10.1126/science.ns-7.160.190.b>.

De Bont J., Krishna B., Stafoggia M. et al. Ambient air pollution and daily mortality in ten cities of India: a causal modelling study // *The Lancet Planetary Health*. 2024. Vol. 8. No. 7. P. e433–e440.

Dukes-Dobos F.N. Hazards of heat exposure. A review // *Scandinavian Journal of Work Environment and Health*. 1981. Vol. 7. No. 2. P. 73–83. <https://www.doi.org/10.5271/sjweh.2560>.

E.N. [Неизвестный автор] Cold Waves // *Science*. 1892. No. 19. P. 24–25. <https://www.doi.org/10.1126/science.ns-19.466.24>.

Ebi K.L., Teisberg T.J., Kalkstein L.S., Robinson L., Weiher R.F. Heat watch/warning systems save lives: estimated costs and benefits for Philadelphia 1995–98 // *Bulletin of the American Meteorological Society*. 2004. Vol. 85. No. 8. P. 1067–1074. <https://www.doi.org/10.1175/bams-85-8-1067>.

Klinenberg E. Heat wave: a social autopsy of disaster in Chicago. Chicago: University of Chicago Press, 2015. <https://www.doi.org/10.7208/chicago/9780226276212.001.0001>.

Leithead C.S., Lind A.R. Heat stress and heat disorders. Philadelphia: F.A. Davis Company, 1964.

Mayrhuber E.A.-S., Dückers M.L.A., Wallner P., Arnberger A. et al. Vulnerability to heat-waves and implications for public health interventions – A scoping review // *Environmental Research*. 2018. No. 166. P. 42–54. <https://www.doi.org/10.1016/j.envres.2018.05.021>.

Meehl G., Tebaldi C. More intense, more frequent, and longer lasting heat waves in the 21st century // *Science*. 2004. Vol. 305. No. 5686. P. 994–997. <https://www.doi.org/10.1126/science.1098704>.

Pison G. France 2004: l'espérance de vie franchit le seuil de 80 ans // *Population and Sociétés*. 2005. Vol. 410. No. 3. P. 1–4. <https://www.doi.org/10.3917/popsoc.410.0001>.

Robine J.-M., Cheung S.L.K., Le Roy S., Van Oyen H., Griffiths C., Michel J.-P., Herrmann F.R. Death toll exceeded 70,000 in Europe during the summer of 2003 // *Comptes Rendus Biologies*. 2008. Vol. 331. No. 2. P. 171–178. <https://www.doi.org/10.1016/j.crv.2007.12.001>.

Root C.J. Deaths during the heat wave of July, 1936 at Detroit // *Bulletin of the American Meteorological Society*. 1937. Vol. 18. P. 232–236. <https://www.doi.org/10.1175/1520-0477-18.6-7.232>.

Steadman R.G. The Assessment of Sultriness. P. I: A Temperature-Humidity Index Based on Human Physiology and Clothing Science // *Journal of Applied Meteorology and Climatology*. 1979. Vol. 18. Iss. 7. P. 861–873. [https://www.doi.org/10.1175/1520-0450\(1979\)018<0861:TAOSPI>2.0.CO;2](https://www.doi.org/10.1175/1520-0450(1979)018<0861:TAOSPI>2.0.CO;2).

Steadman R.G. The Assessment of Sultriness. P. II: Effects of Wind, Extra Radiation and Barometric Pressure on Apparent Temperature // *Journal of Applied Meteorology and Climatology*. 1979. Vol. 18. Iss. 7. P. 874–885. [https://www.doi.org/10.1175/1520-0450\(1979\)018<0874:TAOSPI>2.0.CO;2](https://www.doi.org/10.1175/1520-0450(1979)018<0874:TAOSPI>2.0.CO;2).

Timonin S., Shartova N., Wen B., Wu Y., Andreev E., Guo Y., Ballester J. The differential effect of ambient temperature on age-specific and sex-specific mortality in the 300 largest cities of Russia, 2000–19: a first national time-series study // *Lancet Planet Health*. 2025. Vol. 9. Iss. 5. P. e410–e420. [https://www.doi.org/10.1016/S2542-5196\(25\)00084-1.2025](https://www.doi.org/10.1016/S2542-5196(25)00084-1.2025).

Vanoli J., Quint J., Rajagopalan S., Stafoggia M., Al-Kindi S., Mistry M., Masselot P., de la Cruz Libardi P., Sheng Ng C.F., Madaniyazi L., Gasparrini A. Association between long-term exposure to low ambient PM_{2.5} and cardiovascular hospital admissions: A UK Biobank study // *Environment International*. 2024. Vol. 192. 109011. <https://www.doi.org/10.1016/j.envint.2024.109011>.

W.M.D. [William Morris Davis] The recent cold wave // Science. 1886. Vol. 7. No. 155. P. 70–71. <https://www.doi.org/10.1126/science.ns-7.155.70>.

Zhao Q., Guo Y., Ye T., Gasparrini A., Tong S. et al. Global, regional, and national burden of mortality associated with non-optimal ambient temperatures from 2000 to 2019: a three-stage modelling study // Lancet Planet Health. 2021. Vol. 5. Iss. 7. P. e415–e425. [https://www.doi.org/10.1016/S2542-5196\(21\)00081-4](https://www.doi.org/10.1016/S2542-5196(21)00081-4).

Глобальные рекомендации ВОЗ по качеству воздуха: касающиеся твердых частиц (ТЧ_{2,5} и ТЧ₁₀), озона, двуокиси азота, двуокиси серы и окиси углерода. Женева: Всемирная организация здравоохранения. 2021: URL: <https://iris.who.int/handle/10665/345334> (дата обращения: 28.04.2025).

ЮНИСЕФ. Советы по обеспечению безопасности на случай волны жары. 2024: URL: <https://www.unicef.org/eca/ru/советы-по-обеспечению-безопасности-на-случай-волны-жары> (дата обращения: 28.04.2025).

WHO. Heat and health, 2024: URL: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-heat-and-health> (дата обращения: 28.04.2025).

World Economic Forum 2024. Global Risks Report 2024: URL: <https://www.weforum.org/publications/global-risks-report-2024/> (дата обращения: 28.04.2025).

Kyodo News. 01 апреля 2023 года: URL: <https://english.kyodonews.net/articles/-/40133> (дата обращения: 28.04.2025).

РИА Новости. 26 июня 2015 года: URL: <https://ria.ru/20150623/1081946719.html> (дата обращения: 28.04.2025).

ТАСС. 23 июня 2024 года: URL: <https://tass.ru/proisshestiya/21175709> (дата обращения: 28.04.2025).

THE IMPACT OF WEATHER AND CLIMATE ON MORTALITY: CHANGING THE RESEARCH METHODOLOGY

Andrei S. Korotkov
*Postgraduate student,
Lomonosov Moscow State University, Faculty of Economics;
(Moscow, Russia)*

Abstract

Temperature and weather anomalies pose a significant threat to public health and the economy. The paper presents a critical comparison of research methodologies on the fixation of temperature waves and their impact on the population. Selected works published over the last century and a half in Russia and abroad are considered. The author's periodization of the history of the study of the issue is given. The structural components of the problem are considered. The change in the focus of researchers' attention from meteorology to epidemiology and conclusions for social policy is shown.

Keywords: heat waves, cold waves, mortality, climate change.

JEL: J17, N30, N50, Q54.

For citation: Korotkov, A.S. (2026) The Impact of Weather and Climate on Mortality: Changing the Research Methodology. Scientific Research of Faculty of Economics. Electronic Journal, vol. 18, no. 1, pp. 157-177. DOI: 10.38050/2078-3809-2026-18-1-157-177.

References

Bol'shaya meditsinskaya entsiklopediya / gl. red. B.V. Petrovskiy. 3-e izd. Vol. 10. M.: Sovetskaya entsiklopediya, 1979. (In Russ.).

Natsional'nyy standart Rossiyskoy Federatsii. M.: Standartinform. 2015. 39 p. (In Russ.).

Revich B.A. Volny zhary, kachestvo atmosfernogo vozdukha i smertnost' naseleniya evropeyskoy chasti Rossii letom 2010 goda: rezul'taty predvaritel'noy otsenki. *Ekologiya cheloveka*. 2011. No. 7. P. 3–9. (In Russ.).

Revich B.A., Shaposhnikov D.A. Izmenenie klimata, volny zhary i kholoda kak faktory riska povyshennoy smertnosti naseleniya v nekotorykh regionakh Rossii. *Problemy prognozirovaniya*. 2012. No. 2. P. 122–138. (In Russ.).

Revich B.A., Shaposhnikov D.A., Anisimov O.A., Belolutskaya M.A. Volny zhary i kholoda v gorodakh, raspolozhennykh v arkticheskoy i subarkticheskoy zonakh, kak faktory riska povysheniya smertnosti naseleniya na primere Arkhangel'ska, Murmanska i Yakutska. *Gigiena i sanitariya*. 2018. Vol. 9. No. 97. P. 791–798. <https://www.doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-9-791-798>. (In Russ.).

Revich B.A., Grigor'eva E.A. Riski zdorov'yu rossiyskogo naseleniya ot pogodnykh ekstremumov v nachale XXI v. Ch. 1. Volny zhary i kholoda. Problemy analiza riska. 2021. Vol. 2. No. 18. S. 12–33. <https://www.doi.org/10.32686/1812-5220-2021-18-2-12-33>. (In Russ.).

Ballester J., Quijal-Zamorano M., Méndez Turrubiates R.F. et al. Heat-related mortality in Europe during the summer of 2022. *Nat Med.* 2023. No. 29. P. 1857–1866. <https://www.doi.org/10.1038/s41591-023-02419-z>.

Barnett A., Hajat S., Gasparini A., Rocklöv J. Cold and heat waves in the United States. *Environmental Research.* 2012. No. 112. P. 218–224. <https://www.doi.org/10.1016/j.envres.2011.12.010>.

Barron W.E. Heat wave in England. *Bulletin of the American Meteorological Society.* 1930. Vol. 11. No. 10/11 P. 175: Available at: <http://www.jstor.org/stable/26262581> (accessed: 28.04.2025).

Basu R. High ambient temperature and mortality: a review of epidemiologic studies from 2001 to 2008. *Environ Health.* 2009. Vol. 8. No. 40. <https://www.doi.org/10.1186/1476-069X-8-40>.

Boeckmann M. Exploring the health context: A qualitative study of local heat and climate change adaptation in Japan. *Geoforum.* 2016. Vol. 73. P. 1–5. <https://www.doi.org/10.1016/j.geoforum.2016.04.006>.

Bonner R.M., Harrison M.H., Hall C.J., Edwards R.J. Effect of heat acclimatization on intravascular responses to acute heat stress in man. *Journal of Applied Physiology.* 1976. Vol. 41. No. 5. P. 708–713. <https://www.doi.org/10.1152/jappl.1976.41.5.708>.

Bull G.M., Morton J. Environment, temperature and death rates. *Age and Ageing.* 1978. No. 7. P. 210–214. <https://www.doi.org/10.1093/ageing/7.4.210>.

Changnon S.A., Kunkel K.E., Reinke B.C. Impacts and Responses to the 1995 Heat Wave: A Call to Action. *Bulletin of the American Meteorological Society.* 1996. Vol. 77. P. 1497–1506. [https://www.doi.org/10.1175/1520-0477\(1996\)077<1497:IARTTH>2.0.CO;2](https://www.doi.org/10.1175/1520-0477(1996)077<1497:IARTTH>2.0.CO;2).

Collins K.J., Easton J.C., Belfield-Smith H., Exton-Smith A.N., Pluck R.A. Effects of age on body temperature and blood pressure in cold environments. *Clinical Science.* 1985. Vol. 69. No. 4. P. 465–470. <https://www.doi.org/10.1042/cs0690465>.

Davis W.M. A Recent Ice-Storm. *Science.* 1886. Vol. 7. No. 160. P. 190. <https://www.doi.org/10.1126/science.ns-7.160.190.b>.

De Bont J., Krishna B., Stafoggia M. et al. Ambient air pollution and daily mortality in ten cities of India: a causal modelling study. *The Lancet Planetary Health.* 2024. Vol. 8. No. 7. P. e433–e440.

Dukes-Dobos F.N. Hazards of heat exposure. A review. *Scandinavian Journal of Work Environment and Health.* 1981. Vol. 7. No. 2. P. 73–83. <https://www.doi.org/10.5271/sjweh.2560>.

E.N. [Neizvestnyy avtor] Cold Waves. *Science.* 1892. No. 19. P. 24–25. <https://www.doi.org/10.1126/science.ns-19.466.24>.

Ebi K.L., Teisberg T.J., Kalkstein L.S., Robinson L., Weiher R.F. Heat watch/warning systems save lives: estimated costs and benefits for Philadelphia 1995–98. *Bulletin of the American Meteorological Society.* 2004. Vol. 85. No. 8. P. 1067–1074. <https://www.doi.org/10.1175/bams-85-8-1067>.

Klinenberg E. Heat wave: a social autopsy of disaster in Chicago. Chicago: University of Chicago Press, 2015. <https://www.doi.org/10.7208/chicago/9780226276212.001.0001>.

Leithead C.S., Lind A.R. Heat stress and heat disorders. Philadelphia: F.A. Davis Company, 1964.

Mayrhuber E.A.-S., Dückers M.L.A., Wallner P., Arnberger A. et al. Vulnerability to heatwaves and implications for public health interventions – A scoping review. *Environmental Research*. 2018. No. 166. P. 42–54. <https://www.doi.org/10.1016/j.envres.2018.05.021>.

Meehl G., Tebaldi C. More intense, more frequent, and longer lasting heat waves in the 21st century. *Science*. 2004. Vol. 305. No. 5686. P. 994–997. <https://www.doi.org/10.1126/science.1098704>.

Pison G. France 2004: l'espérance de vie franchit le seuil de 80 ans. *Population and Sociétés*. 2005. Vol. 410. No. 3. P. 1–4. <https://www.doi.org/10.3917/popsoc.410.0001>.

Robine J.-M., Cheung S.L.K., Le Roy S., Van Oyen H., Griffiths C., Michel J.-P., Herrmann F.R. Death toll exceeded 70,000 in Europe during the summer of 2003. *Comptes Rendus Biologies*. 2008. Vol. 331. No. 2. P. 171–178. <https://www.doi.org/10.1016/j.crv.2007.12.001>.

Root C.J. Deaths during the heat wave of July, 1936 at Detroit. *Bulletin of the American Meteorological Society*. 1937. Vol. 18. P. 232–236. <https://www.doi.org/10.1175/1520-0477-18.6-7.232>.

Steadman R.G. The Assessment of Sultriness. P. I: A Temperature-Humidity Index Based on Human Physiology and Clothing Science. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*. 1979. Vol. 18. Iss. 7. P. 861–873. [https://www.doi.org/10.1175/1520-0450\(1979\)018<0861:TAOSPI>2.0.CO;2](https://www.doi.org/10.1175/1520-0450(1979)018<0861:TAOSPI>2.0.CO;2).

Steadman R.G. The Assessment of Sultriness. P. II: Effects of Wind, Extra Radiation and Barometric Pressure on Apparent Temperature. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*. 1979. Vol. 18. Iss. 7. P. 874–885. [https://www.doi.org/10.1175/1520-0450\(1979\)018<0874:TAOSPI>2.0.CO;2](https://www.doi.org/10.1175/1520-0450(1979)018<0874:TAOSPI>2.0.CO;2).

Timonin S., Shartova N., Wen B., Wu Y., Andreev E., Guo Y., Ballester J. The differential effect of ambient temperature on age-specific and sex-specific mortality in the 300 largest cities of Russia, 2000–19: a first national time-series study. *Lancet Planet Health*. 2025. Vol. 9. Iss. 5. P. e410–e420. [https://www.doi.org/10.1016/S2542-5196\(25\)00084-1.2025](https://www.doi.org/10.1016/S2542-5196(25)00084-1.2025).

Vanoli J., Quint J., Rajagopalan S., Stafoggia M., Al-Kindi S., Mistry M., Masselot P., de la Cruz Libardi P., Sheng Ng C.F., Madaniyazi L., Gasparrini A. Association between long-term exposure to low ambient PM_{2.5} and cardiovascular hospital admissions: A UK Biobank study. *Environment International*. 2024. Vol. 192. 109011. <https://www.doi.org/10.1016/j.envint.2024.109011>.

W.M.D. [William Morris Davis] The recent cold wave. *Science*. 1886. Vol. 7. No. 155. P. 70–71. <https://www.doi.org/10.1126/science.ns-7.155.70>.

Zhao Q., Guo Y., Ye T., Gasparrini A., Tong S. et al. Global, regional, and national burden of mortality associated with non-optimal ambient temperatures from 2000 to 2019: a three-stage modelling study. *Lancet Planet Health*. 2021. Vol. 5. Iss. 7. P. e415–e425. [https://www.doi.org/10.1016/S2542-5196\(21\)00081-4](https://www.doi.org/10.1016/S2542-5196(21)00081-4).

Global'nye rekomendatsii VOZ po kachestvu vozdukh: kasayushchiesya tverdykh chastits (TCh_{2,5} i TCh₁₀), ozona, dvoukisi azota, dvoukisi sery i okisi ugleroda. Zheneva: Vsemirnaya organizatsiya zdravookhraneniya. 2021: Available at: <https://iris.who.int/handle/10665/345334> (accessed: 28.04.2025).

YuNISEF. Sovety po obespecheniyu bezopasnosti na sluchay volny zhary. 2024: Available at: <https://www.unicef.org/eca/ru/sovety-po-obespecheniyu-bezopasnosti-na-sluchay-volny-zhary> (accessed: 28.04.2025).

WHO. Heat and health, 2024: Available at: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-heat-and-health> (accessed: 28.04.2025).

World Economic Forum 2024. Global Risks Report 2024: Available at: <https://www.weforum.org/publications/global-risks-report-2024/> (accessed: 28.04.2025).

Kyodo News. 01 aprelya 2023 goda: Available at: <https://english.kyodonews.net/articles/-/40133> (accessed: 28.04.2025).

RIA Novosti. 26 iyunya 2015 goda: Available at: <https://ria.ru/20150623/1081946719.html> (accessed: 28.04.2025). (In Russ.).

TASS. 23 iyunya 2024 goda: Available at: <https://tass.ru/proisshestiya/21175709> (accessed: 28.04.2025). (In Russ.).