

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ НЕОДНОЗНАЧНОСТИ ТРАКТОВКИ ПОНЯТИЯ «ЖАРА»

Д. Л. Иванов¹, А. П. Недобега²

¹Профессор, Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь,
geoivanov@mail.ru

²Студент, Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь,
nedobegaana@gmail.com

Аннотация

Рассматриваются различные трактовки понятия «жара» и анализируются методологические подходы при ее изучении, используемые в науке, метеослужбе, МЧС, медицине и санитарии и раскрывающие влияние этого явления на различные сферы хозяйства, здоровье, самочувствие населения.

Ключевые слова: опасные метеорологические явления, жара, волны жары, смертность, индекс жары.

METHODOLOGICAL ASPECTS OF AMBIGUITY INTERPRETATIONS OF THE CONCEPT OF "HEAT"

D. L. Ivanov, A. P. Nedobega

Abstract

Various interpretations of the concept of "heat" are considered and methodological approaches are analyzed in its study that used in science, the meteorological service, the Ministry of Emergency Situations, medicine, and sanitation and revealing the impact of this phenomenon on various areas of the economy, health, well-being of the population.

Keywords: dangerous meteorological phenomena, heat, heat waves, mortality, heat index.

Введение. *Объектом исследования* является жара как аномальное метеорологическое явление. Жара является экстремальным природным явлением и относится к опасным метеорологическим явлениям (ОМЯ). В Республике Беларусь ежегодно в среднем регистрируют от 10 до 20 ОМЯ. В отличие от большинства ОМЯ (сильные ветер, дождь, снегопад, туман и др.), носящих локальный характер, жара в отдельные годы охватывает значительную часть территории страны и отличается относительной продолжительностью во времени, хотя на территории Беларуси и не фиксируется ежегодно. Учитывая это, в отдельные годы жара наносит значительный урон экономике, сельскому хозяйству и здоровью населения страны.

Последние годы, в связи с интенсивным изменением климата, отмечается увеличение частоты и интенсивности ряда ОМЯ. Поэтому изучение таких явлений помогает сократить и минимизировать экономический ущерб в различных отраслях хозяйства, а также отрицательное влияние на здоровье населения. Оценка влияния жары на здоровье населения, хозяйственную сферу и разработка соответствующих защитных мер являются одним из основных направлений деятельности не только Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), но и многих других международных объединений.

Изучению жары уделяется все больше внимание, так как повторяемость периодов с аномально жаркой погодой стремительно растет во многих странах мира. Во время этих периодов ухудшается состояние здоровья людей, растет количество лесных пожаров, падает урожайность сельскохозяйственных культур, происходит загрязнение водных ресурсов.

Пристальное внимание эта проблема начала привлекать с момента глобального потепления, началом которого в ряде регионов мира, в том числе и для территории Беларуси, считается 1989 г. Этот этап, начавшийся с зимы 1989 г., называют «периодом активизации потепления» в Беларуси [1,2]. Именно с этого года отмечаются резкие повышения температуры зимой и устойчивые отклонения среднегодовых температур воздуха от климатической нормы [3].

Особую остроту и значимость проблема приобрела после аномальной жары в Европе в 2003 г, которая стала причиной 70 тыс. дополнительных смертей и жаркого засушливого лета 2010 г на территории Восточной Европы. Когда только на Европейской части России, на территории, где проживает свыше 100 млн. человек, проявилась дополнительная смертность в июле–августе на 54 тыс. случаев по отношению к предыдущему году [4].

На сегодняшний день существует несколько трактовок понятия «жара» и используется множество методологических подходов при их изучении. Отсутствие универсальных критериев дает различные результаты по количеству случаев жары, их продолжительности, числу участвующих дней и динамике этого явления, его частоте и интенсивности для разных регионов, сопоставить и сравнить которые представляется практически не возможным.

Изучением климата на территории Беларуси, влияния различных факторов на его формирование в разные периоды занимались А. А. Смолич, А. И. Кайгородов, А. Х. Шкляр, М. А. Гольберг, В. Ф. Логинов, П. А. Ковриго, В. И. Мельник, Т. Г. Табальчук, И. С. Данилович и др. исследователи. В последние годы большое внимание уделяется динамике изменения климата, факторам его обуславливающим и результатам текущего потепления. Особое внимание уделяется изучению ОМЯ как одному из существенных результатов изменения климата.

Следует отметить, что изучение жары на территории страны носит несколько односторонний характер и недостаточно полно и равномерно рассматривает весь спектр проявления этого явления. Относительно неплохо в Беларуси изучено проявление жары как одного из ОМЯ (НМЯ), чему посвящен ряд работ В.Ф. Логинова, А. А. Волчека, И. Н. Шпока и др. исследователей [5], в которых

жара рассматривается совместно с другими ОМЯ. Анализируются пространственно-временные особенности ее проявления, частота и закономерности проявления. В той или иной степени вместе с другими ОМЯ эти вопросы рассматриваются в ряде отдельных статей [6; 7 и др.], монографий [5, 8 – 11], атласов и справочников [12, 13].

Несколько меньше на территории страны уделяется внимание изучению жары в *научно-климатологической* интерпретации (волны жары = тепла), как аномальным отклонениям по отношению к климатической норме региона за определенный длительный отрезок времени [14 – 16 и др.].

В последнее время получило развитие новое направление по изучению комфортности климата страны. В публикациях, посвященных этой проблеме, жара рассматривается в *комфортно-физиологической трактовке*. Авторами, наряду с другими климатическими явлениями, рассматривается воздействие жары на комфортность климата Беларуси [17, 18].

Практически не изученной для территории Беларуси представляется *медицинско-гигиеническая трактовка жары*, которая используется при исследовании влияния жары на организм человека и отражается на существенном увеличении смертности. В отличие от соседних регионов России, где этой проблеме уделяется достаточно много внимания [20 – 24 и др.], для территории Беларуси изучение дополнительной смертности во время аномальной жары и оценки влияния волн жары на показатели смертности населения не проводились. Зависимости между температурой воздуха и показателями здоровья в течение длительного времени, так и для анализа коротких (дискретных) погодных эпизодов – таких, как волны жары или холода практически не изучались. Соответственно для крупных городов страны «порог жары», выше которого увеличиваются показатели смертности или наблюдаются какие-либо другие изменения здоровья репрезентативных групп населения, не установлен и обоснование использования значений температурных порогов в качестве гигиенического показателя не выполнялось.

У широких слоев населения сложилось представление о жаре как ОМЯ, однако, это понятие значительно шире и разнообразнее с множеством трактовок и соответствующих критериев и показателей, о которых население и даже студенты профильных УВО зачастую не имеют представления. Исходя из этого, *основная цель работы* – рассмотреть наиболее значимые трактовки понятия «жара» и критерии их выделения, а также неоднозначность методологических подходов при их изучении, субъективность получаемых результатов и противоречивость суждений при восприятии информации населением.

Материалы и методы. В основу работы положены результаты анализа материалов литературных источников, Государственного климатического кадастра, данных ГОСТов и ряда других профильных нормативных документов РБ и Российской Федерации. Источником статистических данных служили электронные архивы системы CliWare [25], предоставленные ГУ «Республиканский центр по гидрометеорологии».

Результаты и обсуждение. На сегодняшний день понятие жары, по сравнению с другими климатическими явлениями, существует в нескольких трактовках, которые достаточно широко используются в научных исследованиях, медицинских и санитарно-гигиенических целях в зависимости от цели и задач исследования. Некоторые из этих трактовок не являются однозначными, и при их рассмотрении используются разные методологические подходы и критерии, практически все трактовки не являются универсальными и в той или иной степени носят субъективный характер. К наиболее распространенным трактовкам этого понятия можно отнести следующие.

1. Наиболее определенной и однозначной трактовкой этого понятия является трактовка жары как опасного метеоявления (ОЯ) и неблагоприятного метеоявления (НЯ), которые используются гидрометеорологической службой. Так как вполне очевидно, что жара в той или иной степени может негативно сказываться на разных сферах хозяйственной деятельности, отраслях экономики, здоровье населения, аварийности и ДТП [26, 27].

Перечень и критерии, характеризующие жару, как и другие НМЯ и ОМЯ, закреплены в законодательных и нормативно-правовых актах Республики Беларусь (Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 15. 06 2021г. № 329 и ТКП) [28, 29].

Руководствуясь нормативными документами, *жара как ОМЯ*, представляет собой метеоявление, которое по своей интенсивности, масштабу распространения и (или) продолжительности может причинить вред жизни и (или) здоровью, а также сельскохозяйственным животным и растениям, имуществу, объектам экономики и окружающей среде. *Жара как НМЯ* представляет собой метеоявление которое значительно затрудняет или препятствует деятельности отдельных отраслей экономики и по своим параметрам и характеристикам не достигает критериев опасного метеоявления. Характеристики и критерии жары как ОМЯ и НМЯ приводятся в табл. 1.

Таблица 1 - Характеристики и критерии жары, как НМЯ и ОМЯ, принятые в Белгидромете

Название ОЯ	Характеристики и критерии НМЯ	Характеристики и критерии ОМЯ
Жара	Сильная жара. Макс. температура воздуха +30 +34°C	Очень сильная жара. Макс. температура воздуха от +35°C и >

Эти же критерии используются МЧС при объявлении «цветового кода» опасности по жаре: оранжевый код опасности объявляется при температуре +30 +34°C; красный – при температуре свыше более +35°C.

Однако такая трактовка жары не является универсальной, поскольку указанные температурные характеристики берутся для территории Беларуси. Вместе с тем для целого ряда регионов эти температурные показатели либо не характерны (арктические, субарктические широты), либо являются вполне обычными (тропики). Поэтому в данной трактовке (как ОЯ) для ряда регионов планеты понятие «жара» с такими критериями теряет смысл либо таковым не является.

К примеру, пороговый критерий для выпуска предупреждений о наступлении жары составляет для Азербайджана $+ 40^{\circ}\text{C}$, на территории России значение температурного максимума устанавливается территориальными управлениями гидрометслужбы (УГМС) отдельно для каждого региона с учетом местной специфики. В такой трактовке жара может считаться отчасти субъективным явлением, поскольку применима к территориям с умеренно-континентальным климатом.

2. Более универсальной является трактовка жары в *научно-климатологической* интерпретации, которая используется в климатологии при изучении изменения климата того или иного региона за определенный отрезок времени как аномальное отклонение по отношению к его климатической норме.

Согласно европейскому проекту EuroHeat, аномальная жара – это период, в течение которого регистрируются максимальные значения температуры воздуха, по крайней мере на протяжении 2 дней превышающие 90-й процентиль месячного распределения [30]. Порогом аномальной температуры считается ее превышение на 5°C по отношению к 90-му процентилю.

Понятно, что, исходя из значения этого показателя, температурные показатели жары будут являться индивидуальными, причем не только для каждой климатической зоны, но и даже для отдельных городов. В такой трактовке жара может быть характерна и для территорий с отрицательными в течение всего года температурами.

По аналогичным критериям выделяются и «волны жары» (тепла). Всемирная метеорологическая организация (ВМО) за волну тепла принимает период, когда максимальная суточная температура воздуха 5 или более последовательных дней превышает среднюю максимальную температуру за нормальный период (1961–1990 гг.) более чем на 5°C или на 9°F . Вместе с тем указанные критерии при выделении волн жары весьма неоднозначны и существенно различаются. Различия касаются ряда критериев:

1) 5-ти градусный порог аномальной температуры (ее превышение по отношению к процентилю), который может учитываться [30, 15] либо не учитываться [31, 16, 32];

2) продолжительность отрезка времени, который может рассматриваться как «волна жары», разными авторами берется от 2–3 дней и более [30, 32], 5-ти дней и более [23], либо более 5-ти дней [15, 16], либо «нескольких последовательных аномально жарких дней» [33]. Отдельными исследователями продолжительность временного отрезка не учитывается, и разовое однодневное превышение по отношению к «95-й процентилю распределения максимальной суточной» температуры служит поводом для его учета как волны жары [31];

3) температура волны жары, по мнению разных авторов, должна превышать 90-й [16, 32] либо 95-й процентиль [31];

4) 90-й (95-й) процентиль берется по отношению к «*месячному распределению*» температур [20, 30], к среднесуточной температуре за весь период исследования [23], либо к «*максимальной суточной температуре*» [31], либо к распределению температур «*для летних месяцев* на данной местности» [16]. В от-

дельных случаях принимается, что температура волны жары должна превышать «среднюю максимальную температуру за эти дни для данной территории за период 1961–1990 гг. на 5°C» [15, 34].

Кроме того 90-й (95-й) перцентиль может рассчитываться как по отношению не только к максимальной температуре (T_{max}), но и к минимальной температуре (T_{min}), а также и к условиям положительного фактора экстремальной жары (EHF) [32]. Исходя из этого, волны жары могут быть как летними, так и всесезонными явлениями. Они могут включать и минимальную температуру (T_{min}), и максимальную (T_{max}), поскольку высокие ночные температуры могут еще больше усугубить условия аномальной жары.

Становится очевидным, что данная трактовка жары (научно-климатологическая) и волн жары, их определения и измерения крайне неоднозначны и непоследовательны по сравнению с другими трактовками этого понятия. Результаты таких исследований в силу использования разных методологических подходов, как правило, практически не сопоставимы с другими регионами и являются «эндемичными» только для конкретной территории, рассмотренной в соответствующем исследовании.

3. Очень близкой к научно-климатологической трактовке жары является *медицинско-гигиеническая трактовка* (медицинско-климатологическая), которая используется при исследовании влияния жары на организм человека и отражается на существенном увеличении смертности. В большинстве работ по изучению влияния жары на здоровье за ориентировочный показатель жары, который представляет опасность для здоровья населения и достоверно влияет на увеличение смертности, принимается значение 97-го или 98,0-го перцентилей многолетней температуры [23, 35–40]. При достижении приближении к такой точке жары (в медицинско-гигиенической трактовке) представляется необходимым проведение соответствующих санитарно-медицинских мероприятий.

Важным показателем жары в *медицинско-гигиеническом* понимании является существенный прирост дополнительной смертности населения при увеличении температуры воздуха на каждый 1 °C сверх температурного порога жары. По данным Б. А. Ревича [19] дополнительная смертность в европейских городах с умеренным климатом составляет 1,1 – 3,7%, в городах с субтропическим муссонным климатом – 2,8–3,0%.

В ходе проведенных исследований [19] установлено, что пороговые значения жары и дополнительная смертность населения в городах с резко-континентальным климатом проявляется уже при 21–22 °C (табл.2) и увеличиваются для городов, расположенных на юге умеренного и в субтропическом поясе до 28–32°C.

Как видим, данная трактовка жары тоже не является универсальной и однозначной, поскольку абсолютное значение порога жары индивидуально для каждого отдельного города и существенно отличается в зависимости от широтно-климатических особенностей его расположения и континентальности. Кроме того, население северных и южных регионов по-разному реагируют на проявление жары. Установлено, что южане лучше адаптированы к жаре. К приме-

ру, в Далласе (США), расположенном на широте азиатских республик СНГ, смертность населения начинала возрастать при температуре воздуха 39 °С, а в Монреале (Канада), который находится на широте Ставрополя и Сочи, но по климату более сходен с Москвой, – при превышении 29 °С [20].

Таблица 2 – Температурный порог жары по среднесуточным температурам в городах с различным климатом (по [19] с сокращениями автора)

Города	Архангельск	Якутск	Стокгольм	Красноярск	Прага	Москва	Хельсинки	Лондон	Париж	Ростов-на-Дону	Краснодар	Волгоград	Нью-Йорк	Пекин	Гуанчжоу
Температурный порог жары, °С	21,5	21,7	21,7	21,8	22,8	23,6	23,6	23,9	24,7	27,7	28,2	29,0	29,0	30,5	31,5
98-й перцентиль (1960-1990 гг)	22,8	24,4	21,4	23,3	23,3	23,8	21,4	22,9	26,4	-	28,3	28,3	29,0	29,2	30,6

4. *Комфортно-физиологическая трактовка* понятия жары основывается на ощущении и физическом восприятии жары организмом человека. Комфортные погодные условия – это самые благоприятные условия для существования человека, при которых его самочувствие наиболее хорошее. Значения комфортной температуры были получены в результате биометеорологических исследований. Наиболее комфортной для жизнедеятельности человека считается температура в диапазоне +18 – +24 °С. Отмечается, что подобные условия комфортны не только для людей, они подходят и для многих других живых организмов. Температура воздуха выше этого интервала уже причиняет дискомфорт организму и рассматривается как жара.

Вместе с тем на восприятие человеком жары влияет ряд других климатических показателей (влажность, сила ветра, величина и продолжительность воздействия ультрафиолетового излучения и др.). При этом влажность – один из важнейших параметров воздуха, непосредственно влияющих на здоровье человека. Оптимальный уровень влажности, при которой человек чувствует себя наиболее комфортно на открытом воздухе ~55–70%.

Зависимость восприятия высокой температуры от степени влажности воздуха метеорологи называют индексом жары или ощущаемой температурой, или кажущейся температурой.

Индекс жары (англ. – *heat index*) (HI) или *humiture* – это индекс, разработанный в США. Индекс жары (ИЖ, ИТ или HI) учитывает совместное действие температуры воздуха и относительной влажности по восприятию температуры телом человека. Это связано с тем, что тело человека обычно охлаждается потоотделением, а высокая влажстуденность снижает скорость выделение пота. При высокой влажности воздуха возникает ощущение духоты, поэтому температура воспринимается как более высокая. Значения индекса жары, также как и значения комфортной температуры были получены в результате биометеорологических исследований.

Индекс тепла в NWS рассчитывается в градусах Фаренгейта (T °F) по следующей формуле [41]:

$$HI = c_1 + c_2T + c_3R + c_4TR + c_5T^2 + c_6R^2 + c_7T^2R + c_8TR^2 + c_9T^2R^2 \quad (1)$$

где HI – тепловой индекс (F); T – температура воздуха (F); R – относительная влажность (от 0 до 100); $c_1 = -42,379$, $c_2 = 2,049\ 015\ 23$, $c_3 = 10,143\ 331\ 27$, $c_4 = -0,224\ 755\ 41$, $c_5 = -6,837\ 83 \times 10^{-3}$, $c_6 = -5,481\ 717 \times 10^{-2}$, $c_7 = 1,228\ 74 \times 10^{-3}$, $c_8 = 8,5282 \times 10^4$, $c_9 = -1,99 \times 10^{-6}$

В некоторых странах (Канада) место индекса тепла используется аналогичный хьюмидекс. От теплового индекса хьюмидекс отличается использованием точки росы, а не относительной влажности. В странах СНГ наиболее распространенными индексами являются эффективная температура (TE) и эквивалентно эффективная температура (ЭЭТ): TE является температурно-влажностным индексом, а ЭЭТ – температурно-влажностно-ветровым. При их расчёте используется более упрощенная формула [18]:

$$TE = t - 0,4(t - 10)(1 - f/100) \quad (2)$$

где t – температура воздуха, °C; f – относительная влажность, %.

Для расчета значений ЭЭТ используется формула А. Миссенарда [24, 42]:

$$\text{ЭЭТ} = 37 - (37 - t) / (0,68 - 0,0014f + 1 / (1,76 + 1,4v^{0,75})) - 0,29t(1 - f/100), \quad (3)$$

где v – скорость ветра в м/с, другие параметры см. в расчетной формуле (2).

В некоторых случаях для характеристики комфортности климата дополнительно используется биоклиматический индекс теплосодержания воздуха (БИТ), или энтальпия (i), который относится к категории температурно-влажностных индексов. Значения этого индекса прямо пропорциональны повторяемости экстремально низких температур, и он характеризует потери тепла поверхностью тела человека [18].

Некоторые значения ощущаемой человеком температуры при различной относительной влажности отражены в табл. 3. Как видим из таблицы при температуре около 27 °C (80 °F), индекс тепла совпадает с фактической температурой, если относительная влажность составляет 45%, но при температуре около 43 °C (110 °F) любое показание относительной влажности выше 17% сделает индекс тепла выше, чем 43 °C (110 °F). Поэтому индекс жары рассчитывается только в том случае, если фактическая температура не ниже 27 °C (80 °F), температура точки росы выше 12 °C (54 °F), а относительная влажность выше 40%.

Однако восприятие комфортности погоды является максимально субъективной оценкой приемлемости условий окружающей среды, которая определяется исключительно человеческими ощущениями, поскольку кроме названных выше климатических характеристик она зависит от массы тела и высоты роста, одежды, физической активности, возраста, интенсивности метаболизма, химического состава крови и ряда других физиологических показателей.

Таблица 3 – Значения ощущаемой температуры при различной относительной влажности*

Температура, °С	Относительная влажность, %																				
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
21	18	18	18	18	19	19	19	19	20	20	21	21	21	21	21	21	22	22	22	22	22
24	21	21	21	22	22	22	23	23	23	23	24	24	24	24	25	25	26	26	26	26	27
27	23	23	24	24	25	25	26	26	26	27	27	27	28	28	29	30	30	31	31	32	33
30	26	26	27	27	28	28	29	29	30	31	31	32	32	33	34	35	36	37	39	41	42
32	28	29	29	30	31	31	32	33	34	35	36	37	38	39	41	43	45	47	50	51	57
35	31	31	32	33	34	35	36	37	38	40	42	43	46	48	50	54	58				
38	33	34	35	36	37	38	40	42	44	46	49	52	56	59	62						
41	35	36	38	39	41	43	45	48	51	54	57	61	65								
43	37	39	41	42	44	47	51	54	58	62	66										
46	39	42	44	46	49	53	57	62	66												
49	42	44	47	51	54	59	64														

*Таблица построена на основе данных с сервера Национальной Службы Погоды (США). (Т °F) переведены в °С применительно к температурам на территории Беларуси.

-  - Комфортно и относительно комфортно
-  - Слабый дискомфорт (оптимально при пляжном отдыхе)
-  - Дискомфорт
-  - Сильный дискомфорт
-  - Опасность
-  - Чрезвычайная опасность

Оптимальные и допустимые показатели микроклимата указаны в ГОСТ 30494-2011, СанПиН 1.2.3685-21 Минимальная допустимая температура при этом составляет 12 °С, максимальная – 28 °С.

Восприятие комфортности температуры воздуха влияет не только на самочувствие, но и на производительность, умственные процессы. Исследования о физической работоспособности заводских рабочих показали, что риск аварий возрастал более чем на 30%, когда прогрев заводского воздуха значился ниже 12/выше 24°С. Исследования студентов, преподавателей, научных сотрудников подтвердили также и зависимость умственной деятельности от температуры среды [11].

Заключение. Таким образом, трактовки понятия жары являются весьма разнообразными, при этом используется множество методологических подходов и соответствующих критериев и показателей при их изучении. Любой из этих трактовок оперируют в научных исследованиях в зависимости от предмета, цели и задач исследования. Однако ни одна из них не является универсальной и однозначной, поскольку привязывается к конкретному региону и практически все они в той или иной степени носят субъективный характер. Особенно это характерно для комфортно-физиологической трактовки понятия жары.

Наиболее неоднозначной является (научно-климатологическая) трактовка жары и волн жары, при изучении которой используется множество неоднозначных и противоречивых методологических подходов. Отсутствие универсальных критериев дает различные результаты по количеству случаев жары, их продолжительности, числу участвующих дней и динамике этого явления, его частоте и интенсивности, сопоставить и сравнить которые представляется практически невозможным.

Результаты таких исследований, как правило, носят региональный характер, практически не сопоставимы с результатами по другим регионам и являются «эндемичными» для конкретной территории, рассмотренной в соответствующем исследовании. Все это требует унификации методологических подходов и критериев при изучении этого явления.

Список цитированных источников

1. Седьмое национальное сообщение Республики Беларусь в соответствии с обязательствами по рамочной конвенции ООН об изменении климата. – Минск, 2018. – 320с.

2. Прогноз изменения окружающей природной среды Беларуси на 2010–2020 гг / Под ред. В. Ф. Логинова. – Мн. : «Минсктиппроект», 2004. – .

3. Иванов, Д.Л.; Ивашко, Е.А. Экстремально высокие темпы роста температуры воздуха как характерная черта и особенность климата территории Беларуси в условиях глобального потепления // Развитие географических исследований в Беларуси в XX–XXI веках. М-лы межд. науч.-практич. конф., посвящ. 100-летию Белорус. гос. ун-та, 100-летию со дня рождения проф. О. Ф. Якушко, Минск : БГУ, 2021. – С. 329–332.

4. Ревич, Б. А. Волны жары как фактор риска для здоровья населения // Пульмонология. – 2011. – С. 34–37.

5. Логинов, В. Ф. Опасные метеорологические явления на территории Беларуси / В. Ф. Логинов, А. А. Волчек, И. Н. Шпока. – Минск : Бел. навука, 2010. – 129 с.

6. Волчек, А. А. Закономерности формирования опасных метеорологических явлений на территории Белоруссии / А. А. Волчек, И. Н. Шпока // Ученые записки Рос. государств. гидрометеорологического ун-та : науч.-теоретич. журнал. – 2011. – № 17. – С. 64–88.

7. Логинов, В.Ф. Сравнение пространственно-временных особенностей изменений опасных метеорологических явлений в характерное и нехарактерное для них время года / В. Ф. Логинов, А. А. Волчек, И. Н. Шпока // Природопользование : сб. науч. тр. Вып. 19. / Нац. акад. наук Беларуси Ин-т природопользования НАН Беларуси ; гл. ред. А. К. Карабанов. – Минск, 2011. – С. 5–21.

8. Логинов, В. Ф. Изменения климата и их последствия / В. Ф. Логинов, Г. И. Сачок, В. С. Микуцкий. – Минск : Тонпик. – 2003. – 330 с.

9. Логинов, В. Ф. Глобальные и региональные изменения климата: причины и следствия / В. Ф. Логинов. – Минск : ТетраСистемс, 2008. – 496 с.

10. Логинов, В. Ф. Современные изменения регионального и глобального климата / В. Ф. Логинов, С. А. Лысенко. – Минск : Беларуская навука, 2019. – 314 с.
11. Логинов, В. Ф. Изменения климата Беларуси: причины, последствия, возможности регулирования / В. Ф. Логинов, С. А. Лысенко, В. И. Мельник. – Минск : Энциклопедикс, 2020. – 218 с.
12. Атлас опасных метеорологических явлений на территории Беларуси: учеб. пособие / В.Ф. Логинов [и др.]. – М. : Мещер. Ф-л ВНИИГиМ им. А. Н. Костякова, 2016. – 58 с.
13. Стихийные гидрометеорологические явления на территории Беларуси : справочник / Мин-во природ, ресурс. и охр. окруж. среды Респ. Беларусь ; под общ. ред. М. А.Гольберга – Минск : Бел. науч-исслед. центр Экология, 2002. – 132 с.
14. Логинов, В. Ф. Сезонные особенности изменения климата Беларуси / В. Ф. Логинов, Ю. А. Бровка // Природопользование. – 2014. – № 25. – С. 16–22.
15. Клевец, Н. Н. Волны тепла в Беларуси / Н. Н. Клевец, В. И. Мельник, Е. В. Комаровская // Труды гидрометцентра России. – 2015. – Вып. 358. – С. 59–66.
16. Лысенко, С. А. Особенности современного изменения климата в Республике Беларусь / С. А. Лысенко, И. В. Буяков / /Фундаментальная и прикладная климатология. – 3/2020. – С. 22–41.
17. Логинов, В.Ф. Изменения биоклиматических индексов комфортности климата для человека на территории Беларуси за период с 1966 по 2020 г. / В. Ф. Логинов, М. А. Хитриков // Гидрометеорология и образование. – 2021. – № 4. – С. 6–19.
18. Логинов, В. Ф. Особенности изменения комфортности климата Беларуси для человека по месяцам и сезонам года / В. Ф. Логинов, М. А. Хитриков, П. О. Зайко, О. Г. Савич-Шемет // Природопользование. – 2022. – № 1. – С. 5–21.
19. Ревич, Б. А. Волны жары в мегаполисах и пороги их воздействия на смертность населения / Б. А. Ревич // Гигиена и санитария. – 2017. – Т. 96. № 11. – С. 1073–1078.
20. Ревич, Б. А. Волны жары как фактор риска для здоровья населения / Б. А. Ревич // Пульмонология. – 2011. – № 4. – С. 34–37.
21. Ревич Б. А., Шапошников Д. А., Галкин В. Т. и др. Воздействие высоких температур атмосферного воздуха на здоровье населения в Твери // Гиг. и сан. – 2005. – № 2. – С. 20–24.
22. Варакина Ж. Л., Юрасова Е. Д., Ревич Б. А. и др. Оценка влияния температуры воздуха на смертность населения Архангельска в 1999–2008 годах // Экология человека. – 2011. – № 6. – С. 28–36.
23. Шапошников, Д. А., Ревич, Б. А. Волны жары и их влияние на риск смертности населения арктических и приарктических городов / Д. А. Шапошников, Б. А. Ревич // Научные труды: Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН. – 2019. – Т.17. – С. 269–283.

24. Ткачук, С. В. Обзор индексов степени погодных условий и их связь с показателями смертности / С. В. Ткачук // Труды ФГБУ «Гидрометцентр России» «Гидрометеорологические прогнозы». – М., 2012. – Вып. 347. – С. 223–245.
25. Система обслуживания гидрометеорологической информацией CliWare [Электрон-ный ресурс]. – Режим доступа: <http://cliware.meteo.ru/meteo/>. – Дата доступа: 15.03.2023.
26. Иванов, Д. Л.; Парахневич, Р. В. Влияние опасных гидрометеорологических явлений на дорожно-транспортную ситуацию на дорогах Минской области / Д. Л. Иванов, Р. В. Парахневич // Актуальные научно-технические и экологические проблемы сохранения среды обитания. ICER – 2022: сб. трудов V Международ. науч.-практ. конф. посвящ. 50-летию кафедры природообустройства, Брест : Изд-во БрГТУ. – 2022. – Ч. 1. – С. 125–135.
27. Иванов, Д. Л., Парахневич, Р. В. Дорожно-транспортная ситуация на дорогах Минской области как отражение климатической составляющей / Д. Л. Иванов, Р. В. Парахневич // Весці БДПУ. Серыя 3. Фізіка. Матэматыка. Біялогія. Геаграфія. – 2022. – № 3 (113). – С. 23–31.
28. ТКП 17.10–06–2008 (02120) Охрана окружающей среды и природопользования. Гидрометеорология. «Правила составления краткосрочных прогнозов погоды общего назначения» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ecoinfo.by/wp-content/uploads/2022/07/17.10-06-2008.pdf> – Дата доступа: 05.07.2023.
29. Приложение к Положению о порядке распространения государственной гидрометеорологической службой гидрометеорологической информации и ее составе // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 18.06.2021, 5/49149. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C22100329> – Дата доступа: 05.07.2023.
30. Climate change and communicable diseases in the EU Member States. Handbook for national vulnerability, impact and adaptation assessments. Stockholm: European Centre for Diseases Prevention and Control; 2010.
31. Виноградова, В. В. Волны тепла на территории России как фактор дискомфортности природной среды / В. В. Виноградова // Известия РАН. Серия Географическая. – 2017. – № 4. – С. 68–77.
32. Perkins, S.E. On the Measurement of Heat Waves / S.E. Perkins, L.V. Alexander // Journal of climate. – 2012. V. 26. P. 4500 – 4517.
33. Ревич, Б. А. Волны жары и смертность населения / Б. А. Ревич // Демоскоп Weekly 18–31 октября 2010. № 439–440. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.demoscope.ru/weekly/2010/0439/tema03.php> – Дата доступа: 05.07.2023.
34. Слизкая, К. П. Синоптические условия возникновения волн тепла за последнее десятилетие (2001–2010 гг.) / К. П. Слизкая // Ежемесячный научный журнал. – 2014. – № 2. – Ч. 4. – С. 58–60.

35. Григорьева, Е. А. Волны тепла в Хабаровске и здоровье населения / Е. А. Григорьева // Известия Самарского научного центра РАН. – 2014; 5(2): 843-6.
36. Conti, S. Epidemiologic study of mortality during the Summer 2003 heat wave in Italy / S. Conti, P. Meli, G. Minelli et al. // Environ. Res. 2005; 98(3): 390-9
37. Revich, B. Shaposhnikov D. Excess mortality during heat waves and cold spells in Moscow, Russia / B. Revich, D. Shaposhnikov // Occup. Environ. Med. 2008; 65: 691-6.
38. Tian, Z. The Characteristic of Heat Wave Effects on Coronary Heart Disease Mortality in Beijing, China: A Time Series Study / Z. Tian, et al. // PloS One. 2013; 8(9): e77321.
39. Petkova, E. Heat and mortality in New York City since the beginning of the 20th century / E. Petkova, A. Gasparrini, P. Kinney // Environment. 2014; 25(4): 554-60. Environ. Health Perspect. 2015; 123(7): 672-8.
40. Son, J.Y. The impact of temperature on mortality in a subtropical city: effects of cold, heat, and heat waves in Sao Paulo / J.Y. Son, N. Gouveia, M.A. Bravo, et al // Biometeorology. 2016; 60(1): 113-21.
41. Индекс тепла [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.frwiki.wiki/wiki/Indice_de_chaleur#Notes_et_r%C3%A9f%C3%A9rences – Дата доступа: 26.05.2023.
42. Виноградова, В. В. Воздействие климатических условий на человека в засушливых землях Европейской России / В. В. Виноградова // Известия РАН. Серия географическая. – 2012. – № 2. – С. 68–81.
43. Самая комфортная температура воздуха для человека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://travelask.ru/articles/samaya-komfortnaya-temperatura-vozduha-dlya-cheloveka> – Дата доступа: 26.05.2023.