

## ВОЛНЫ ТЕПЛА В ХАБАРОВСКЕ – ПОДХОДЫ К ОПРЕДЕЛЕНИЮ

Е.А. Григорьева

Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН,

ул. Шолом-Алейхема 4, г. Биробиджан, 679016,

e-mail: eagrigo@yandex.ru

*Приведен критический обзор научной литературы по определению волн тепла. Выявлены эпизоды с экстремально высокими температурами на примере г. Хабаровска за период 1952–2012 гг. с использованием двух подходов к определению волн тепла. Показано, что в первые три десятилетия наблюдалось от одной до трех волн за лето, в то время как во второй половине изучаемого периода – от 4 до 13 с максимальным количеством в последнее десятилетие. Для межгодовой динамики максимальных температур летнего периода установлен незначительный положительный тренд; при этом межгодовые вариации могут достигать  $\pm 4^\circ\text{C}$ . Климатическая экстремальность заметно меняется в течение 60 лет, но в целом редко выходит за пределы двух среднеквадратических отклонений.*

**Ключевые слова:** волны тепла, максимальные температуры, временная динамика, Хабаровск.

Волна тепла – это опасное природное явление, влияющее на разные стороны жизнедеятельности человека: сельское хозяйство, водные ресурсы, энергопотребление, здоровье человека и др. [4, 7, 9, 13, 18, 24, 25–27, 29, 33, 37 и др.]. В Российском гидрометеорологическом энциклопедическом словаре приводится следующее определение: «Волна тепла – значительное потепление, связанное с адвекцией теплой воздушной массы» [6, с. 155]. С точки зрения здоровья человека, волна тепла – это период, в который наблюдается чрезмерное напряжение терморегуляции организма, повышенный риск заболеваемости и смертности, особенно от заболеваний сердечно-сосудистой, дыхательной системы и др. [9, 33].

Долгое время в научной литературе не было устойчивого толкования для явления, характеризующегося резкой сменой температуры, хотя термин «волна холода» возник еще в конце XIX в. в США для обозначения такой смены погоды, когда «на крайнем северо-западе или, реже, севере зарождается область низких температур воздуха, не остающаяся подолгу на одном и том же месте. Эта область обнаруживает обыкновенно весьма ясно выраженное поступательное движение, постепенно и последовательно передвигаясь к юго-востоку; район пониженных температур перемещается, подобно волне, с места на место» [8, статья «Холода и тепла волны» <http://www.vehi.net/brokgauz/index.html>], и на обширной территории наблюдается быстрое понижение температуры воздуха по меньшей мере на  $11^\circ\text{C}$ .

В конце XX в. усилился интерес к изучению резких изменений температуры, в первую очередь её экстремальных повышений, особенно увеличилось количество работ по тематике, связанной с анализом их влияния на здоровье человека [1, 3, 4, 9, 21–27, 31–32 и др.]. Общепризнанного критерия для выделения волн пока нет, и понятие аномально высоких температур определяется индивидуально не только для каждой климатической зоны, но даже для отдельных населенных пунктов. Это может быть определенное отклонение как от фиксированной, так и от изменяющейся величины, например, от скользящего среднего. Во втором случае, чем южнее

расположена изучаемая местность, тем выше пороговая температура. В научной литературе используется специальный термин для обозначения подобного метода – так называемый анализ превышения пороговой величины «peaks over threshold (POT) analysis» [11, 39]. В любом случае температурный порог выбирается так, чтобы идентифицировать явления, «экстремальные» для адаптаций в широком смысле слова – физиологических, социальных и культурных [33].

Мы рассматриваем понятие волн тепла с точки зрения влияния на здоровье человека. В научной литературе встречаются различные подходы; исследуются как средняя температура за сутки, так и ее экстремумы. Во втором случае минимальная величина – это температура, наблюдаемая в основном ночью при радиационном выхолаживании и в любое время суток – при адвективном и определяемая по минимальному термометру; максимальная – наблюдается в дневное время и регистрируется по максимальному термометру.

Б.А. Ревич и Д.А. Шапошников [5] полагают, что правильнее характеризовать тепловые волны через среднесуточные температуры, считая, что именно эти показатели «служат мерой температурного стресса на организм человека» [5, с. 126]. Б.А. Ревич с соавт. [1, 4, 5, 31] определяют волну тепла через 97% перцентиль многолетнего распределения среднесуточных температур с учётом длительности превышения указанного уровня. Например, за период с января 2000 по февраль 2006 г. в Москве волна с аномально высокими температурами устанавливалась по превышению порога  $22,7^\circ\text{C}$  за период не менее пяти последовательных дней. В некоторых случаях вводится второе условие – в течение этого времени, по крайней мере, три дня должны иметь среднесуточную температуру выше 99% перцентилля [5]. Gasparrini и Armstrong [14] в США, а затем Son et al. [35] в Корею анализируют отклонение средней температуры за сутки от 98% перцентилля распределения за весь летний сезон в течение двух дней и более.

В некоторых работах авторы обосновывают необходимость проведения расчетов с использованием мини-

мальных суточных температур, объясняя это тем, что в дни с экстремальным превышением ночных показателей организм человека не имеет возможности «ночного отдыха», находясь таким образом в течение суток под постоянным тепловым стрессом [15, 18, 29, 34]. Например, для выявления волн тепла в Детройте за период с мая по сентябрь 1979–2006 гг. Zhang et al. [38] использовали 90, 95 и 99% процентиля по минимальной температуре.

В то же время во многих работах волны характеризуются по максимальной температуре [7, 9, 23, 27–29, 38, 39 и др.]. Например, в Нидерландах тепловая волна устанавливается по превышению максимальной температурой порога 25° С в течение 5 последовательных дней, в этот период, по крайней мере, три дня должна регистрироваться максимальная температура выше 30° С [23]. Kysely [27] для выявления периодов с аномальной жарой в Центральной Европе использовали превышение максимальной температурой порога в 30° С в течение трех последовательных дней.

Ding et al. [12] выявляли волны жары в Китае двумя способами; во-первых, по абсолютному критерию, принятому в Метеорологическом агентстве КНР – по превышению максимальной температурой порогового предела 35° С в течение 3–5 и более дней – метод, широко применяемый при изучении волн тепла и их связи со смертностью [36]. Второй критерий, который авторы назвали относительным, т.к. он изменяется в зависимости от пункта исследования – превышение 90% процентиля распределения среднесуточной температуры за период исследований 1961–2007 гг. – пороговая величина, предложенная IPCC [20] и используемая во многих исследованиях [10, 16 и др.].

Для региона, расположенного в бассейне реки Хуанхэ в Китае, Zhang et al. [39] выявляли превышение 90 и 95% процентиля распределения средней максимальной температуры за летний сезон – с июня по август. Gosling et al. [17], а затем Basagana et al. [9] определяли волны тепла отклонением в течение трех дней и более максимальной температуры от 95% процентиля распределения значений для всего летнего сезона.

Manton et al. [28] для определения экстремальных дней в Юго-восточной Азии и южной части Тихого океана использовали индексы, характеризующие превышение 99% процентиля распределения максимальной температуры, оцененного по наблюдениям за весь исследуемый период 1961–1990 гг. для выявления жарких дней, и по минимальной температуре – для теплых ночей. Эту же методику реализовали в своих исследованиях на территории США Gershunov et al. [15].

Всемирная Метеорологическая Организация [19] рекомендует определение, согласно которому волной тепла называется превышение максимальной температуры в течение пяти последовательных дней и более на 5° С от средней максимальной величины за базовый период 1961–1990 гг. Эта методика широко используется; апробирована многими авторами, например, в Центральной Европе [30], на территории Украины [7] и др.

В любом случае нам представляется более обоснованным использование максимальных температур, так как это та величина, которая регистрируется в дневное

время, когда человек проявляет высокую активность, находясь вне помещения, и организм испытывает значительный тепловой стресс [9, 15]. Целью данной работы является анализ динамики максимальных температур и выявление волн тепла в г. Хабаровске, административном центре ДВФО, в летний сезон за период наблюдений с 1952 по 2012 гг. на основе использования различных подходов к определению эпизодов с экстремально высокими температурами. Актуальность данных исследований связана с тем, что до сих пор на территории Дальнего Востока волны тепла не изучались.

#### Материалы и методы

Гидрометеорологическая станция (ГМС) Хабаровск (индекс ВМО 31735, географические координаты 48°31' с. ш., 135°10' в. д., высота над уровнем моря 88 м) расположена в «континентальном климате с муссонными чертами» [2, с. 78] с летним максимумом температур, наблюдаемым в июле. Для выявления волн тепла использовались ежедневные данные по максимальной температуре воздуха в летние месяцы за период 1952–2012 гг., размещенные на сайте ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД» (<http://meteo.ru/data>).

Изучались статистические показатели максимальных температур и их динамика. Основными характеристиками волн тепла являлись их длительность и интенсивность. Интенсивность волны определялась по кумулятивной сумме превышения температурами пороговой величины как за каждую волну отдельно, так и суммарно для всего летнего сезона [15]. Волны тепла диагностировались в соответствии с двумя методиками, предложенными соответственно Frich et al. [10] и Gosling et al. [17]. Были реализованы два подхода. Решение по первому подходу определял критерий превышения пороговой величины, равной максимальной температуре, осредненной за базовый период 1961–1990 гг., на 5° С в течение пяти дней и более; расчеты проводились отдельно для каждого летнего месяца (с июня по август). Решение по второму подходу определялось по критерию превышения 95% процентиля распределения максимальных температур летнего периода, оцененного по наблюдениям за весь исследуемый период 1952–2012 гг., в течение трех дней и более [17].

Недостатком первого подхода является проблематичность сравнения результатов для разных территорий и разных периодов осреднения, особенно в случае меняющегося климата. Известно, что для случайных величин, подчиненных вероятностному закону распределения с различными дисперсиями, применение единого значения отклонения от математического ожидания неравнозначно. Например, Radinovic и Curic [30] показали, что для максимальных температур в тропическом и морском климате в зависимости от периода осреднения (1961–1990 гг. или 1991–2008 гг.) использование пороговой величины 5° С приводят к разным выводам. Авторы предлагают использовать превышение, равное одному (выше порога) или двум (намного выше порога) средним квадратическим отклонениям [30]. Таким образом, уместна апробация второго подхода, основанного на выявлении периодов с превышением определенного процентиля распределения максимальной температуры.

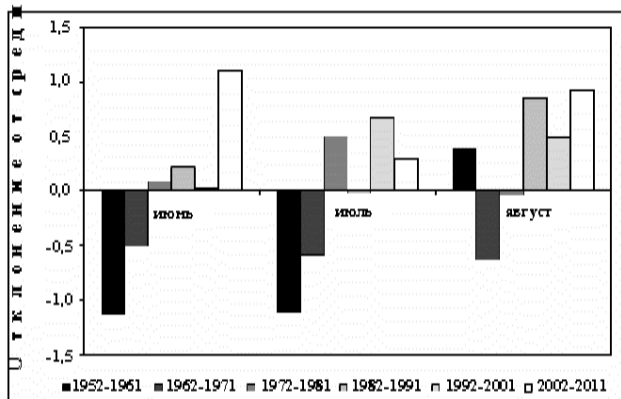


Рис. 1. Отклонение максимальных температур за летние месяцы, осредненные по десятилетиям, от нормы, °С, ГМС Хабаровск

**Результаты обсуждения**

Прежде всего, рассмотрим динамику изменения максимальных температур в летние месяцы за исследуемый период. Среднелетняя максимальная температура равна 24,8°С, при этом максимальная температура характерна для июля – самого теплого месяца (26,4°С). За прошедшие 60 лет температуры летних месяцев испытывали заметные колебания в пределах от –1,1 до +1,1°С отклонения средней за текущее десятилетие от нормы (средней за 1961–1990 гг.) (рис. 1).

Среднее за весь период наблюдения практически не отличается от нормы; среднее за 1981–2010 гг. – выше в пределах от 0,2°С в июле до 0,6°С в августе (табл. 1). Максимальные температуры июня изменялись от 19,4 до 28,2°С, июля – от 22,6 до 29,6, августа – от 21,2 до 27,9°С. В основном все максимумы, а также максимальные отклонения от нормы характерны для последнего десятилетия, а в августе – для второй половины изучаемого периода, начиная с 1982 г. (рис. 1 и табл.).

В целом для летних максимальных температур в течение исследуемого периода выявлен незначительный положительный тренд, составляющий 0,22°С/10 лет за июнь, 0,16 за июль и 0,12°С/10 лет за август, при этом межгодовые вариации могут достигать ±4°С (рис. 2). Климатическая экстремальность максимальных температур каждого летнего месяца, выраженная в долях среднего квадратического отклонения ( $\gamma$ ), заметно меняется в течение 60 лет, но в целом редко выходит за пределы  $\pm 2\gamma$ ; на рисунке приведены только значения отклонений выше  $\pm \gamma$  (рис. 3).

В результате анализа суммарного количества волн тепла в Хабаровске видно, что в первые три десятилетия наблюдалось от одного до трех эпизодов с экстремальными температурами за лето, в то время как во второй половине изучаемого периода – от 4 до 13 с максимальным количеством в последнее десятилетие (рис. 4).

Таблица

Статистические характеристики максимальных температур летнего сезона, Хабаровск, °С

Период	Среднее за 1951–2012	Среднее за 1961–1990 (норма)	Среднее за 1981–2010	Минимальное значение (год)	Максимальное значение (год)
Июнь	23,5±1,90	23,5±1,84	23,9±2,03	19,4 (1983)	28,2 (2010)
Июль	26,4±1,58	26,4±1,50	26,6±1,53	22,6 (1959)	29,6 (2008)
Август	24,5±1,39	24,2±1,54	24,8±1,44	21,2 (1981)	27,9 (1982)
Лето	24,8±1,17	24,7±1,25	25,1±1,19	22,4 (1964)	27,6 (2008)

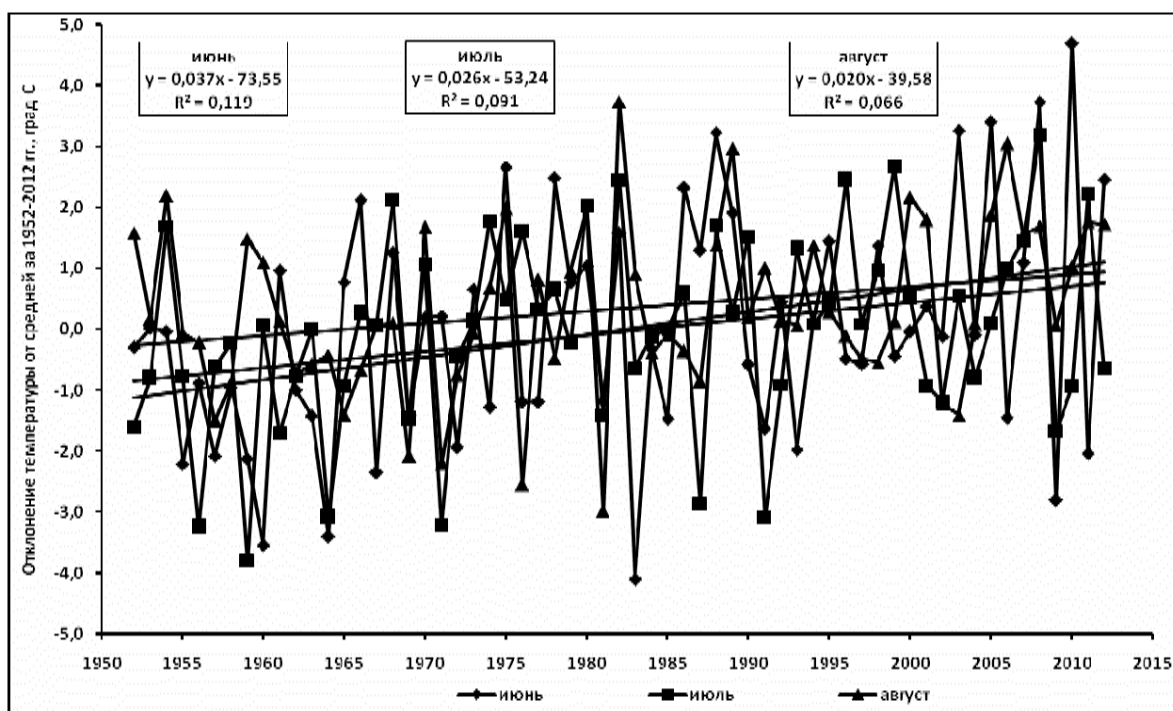


Рис. 2. Отклонение максимальных температур летних месяцев каждого года от средней за период 1952–2012 гг., ГМС Хабаровск

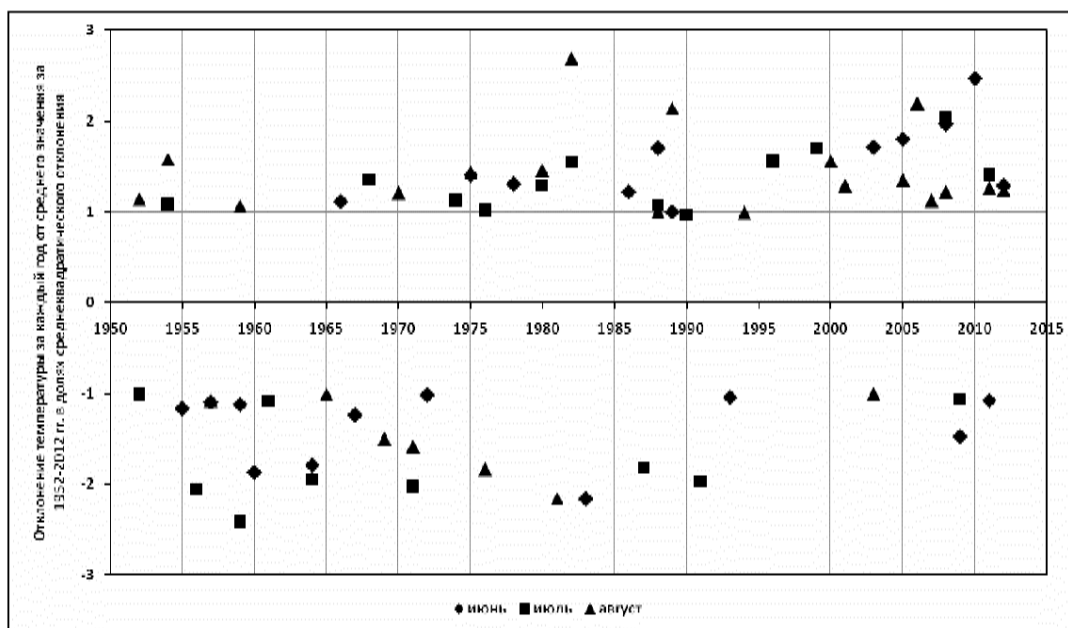


Рис. 3. Отклонение максимальных температур летних месяцев каждого года от средней за период 1952–2012 гг. в долях среднеквадратического отклонения, ГМС Хабаровск

Есть годы, в которые наблюдается две волны и более (рис. 5). Анализ разных подходов показал, что при сравнении максимальных температур с нормой выявляется значительно меньше волн, чем при выборе в качестве пороговой величины 95% перцентиль распределения. Ясно, что первый подход более «жесткий», чем второй. По-видимому, это связано с выбранными критериями длительности превышения заданных уровней: в первом случае пять дней, во втором – три.

Средняя длительность и интенсивность эпизодов с экстремально высокими температурами, выявленных первым способом, составляет 7,8 дней и 56,4°С соответственно. При расчетах вторым методом средняя продолжительность составляет 4,6 дня, средняя интенсивность 7,7°С, а также 24,4°С в 1999 г. Хотя последнее десятилетие и характеризуется самым большим количеством эпизодов, их интенсивность (в среднем 6,5°С с максимумом 16,0°С в 2010 г.) не достигает максимальных значений.

Максимальная интенсивность экстремально жарких эпизодов в Хабаровске зарегистрирована в 1982 г. По первому методу – это две волны 84,8 и 77,5°С, общая продолжительность 21 день, интенсивность – 162,3°С. Второй способ выявил в этом же году две волны продолжительностью 16 дней и интенсивностью 23,4 и 20,1°С с самой высокой суммарной интенсивностью 43,5°С за весь изучаемый период.

В 2010 г. зарегистрирован самый жаркий июнь с двумя волнами, выявленными первым способом, но их общая длительность и интенсивность несколько меньше экстремальных эпизодов 1982 г. – 12 дней с интенсивностью 103,5°С. Больше всего волн по второму методу выявлено в 2008 г. – пять эпизодов общей длительностью 21 день и суммарной интенсивностью 37,2°С, это самое жаркое лето за весь изучаемый период со средней температурой 27,6°С (табл.).

В течение лета экстремальные температуры регистрируются неравномерно; при использовании первого

подхода почти половина волн выявляется в июне, 35% – в июле и 18% – в августе. Во втором подходе картина несколько иная. Больше всего волн – почти 70% – в июле, среднем месяце лета; 22 и 11% – в июне и августе соответственно. Такое несовпадение результатов для разных методов вполне закономерно и связано с особенностями расчетов. Хабаровск расположен в континентальном климате, где самые высокие температуры в течение года регистрируются в июле. И если в первом подходе каждый месяц ежедневная максимальная температура сравнивается со средней величиной для данного месяца, то во втором сравнение проводится с перцентилем величины всего летнего периода.

#### Выводы

Для межгодовой динамики максимальных температур летнего периода в Хабаровске за 1952–2012 гг. выявлен незначительный положительный тренд; при этом межгодовые вариации могут достигать  $\pm 4^\circ\text{C}$ . Климатическая экстремальность заметно меняется в течение 60 лет, но в целом редко выходит за пределы двух среднеквадратических отклонений.

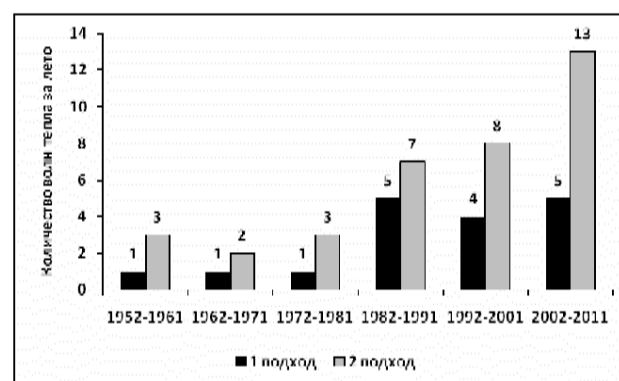


Рис. 4. Количество волн тепла в Хабаровске по десятилетиям за 1952–2011 гг.

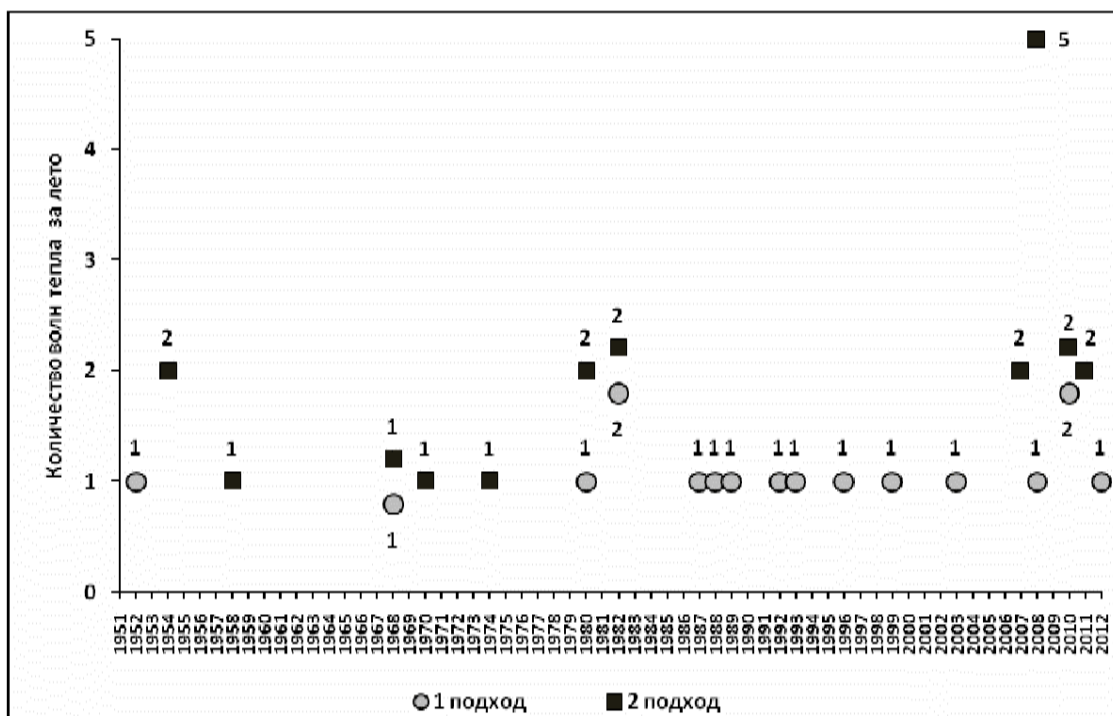


Рис. 5. Количество волн тепла в Хабаровске за 1952–2011 гг.

В первые три десятилетия в Хабаровске наблюдалось от одной до трех волн тепла за лето, в то время как во второй половине изучаемого периода – от 4 до 13 с максимальным количеством в последнее десятилетие. Самая высокая интенсивность эпизодов с экстремально высокими температурами зарегистрирована в 1982 г. В течение лета волны тепла регистрировались чаще всего в июле, самом жарком месяце года.

Сравнение двух подходов для выявления волн тепла показало, что они дают различные результаты. Корреляционный анализ с данными о смертности населения позволит выявить, какой из методов является более адекватным для прогнозирования влияния высоких температур на здоровье человека. В дальнейшем именно этот подход предполагается использовать для анализа пространственно-временной динамики волн тепла на территории юга Дальнего Востока.

*Настоящая публикация основана на работе, выполненной на средства Гранта № RUG1-7062-BB-12 Американского Фонда гражданских исследований и развития (CRDF). Любые мнения, результаты и выводы или рекомендации, содержащиеся в данном материале, принадлежат автору и необязательно отражают точку зрения CRDF.*

ЛИТЕРАТУРА:

1. Варакина Ж.Л., Юрасова Е.Д., Ревич Б.А., Шапошников Д.А., Вязьмин А.М. Влияние температуры воздуха на смертность населения Архангельска в 1999–2008 гг. // Экология человека. 2011. № 6. С. 28–36.
2. Витвицкий Г.Н. Климат // Южная часть Дальнего Востока. М.: Наука, 1969. С. 70–96.
3. Оценка риска и ущерба от климатических изменений, влияющих на повышение уровня заболеваемости и смертности в группах населения повышенного

риска: Методические рекомендации МР 2.1.10.0057–12. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2012. 48 с.

4. Ревич Б.А. Изменение здоровья населения России в условиях меняющегося климата // Проблемы прогнозирования. 2008. № 3. С. 140–150.
5. Ревич Б.А., Шапошников Д.А. Климатические условия, качество атмосферного воздуха и смертность населения Москвы в 2000–2006 гг. // Климат, качество атмосферного воздуха и здоровье москвичей / под ред. Б.А. Ревича. М.: АдамантЪ, 2006. С. 102–140.
6. Российский гидрометеорологический энциклопедический словарь / под ред. А.И. Бедрицкого. СПб.; М.: Летний сад, 2008. Т. 1: А–И. 336 с.
7. Шевченко О.Г., Самчук Е.В., Снежко С.И. Характеристика синоптических процессов над территорией Украины во время волны тепла в июле–августе 2010 г. // Ученые записки РГТМУ. 2013. № 29. С. 85–94.
8. Энциклопедический словарь Ф.А. Брокгауза и И.А. Эфрона / под ред. И.Е. Андреевского, К.К. Арсеньева и проф. Ф.Ф. Петрушевского. СПб., 1890–1907. (статья «Холода и тепла волны» <http://www.vehi.net/brokgauz/index.html>)
9. Basagana X., Sartini C., Barrera–Gomez J., Dadvand P., Cunillera J., Ostro B., Sunyer J., Medina–Ramon M. Heat waves and causespecific mortality at all ages // Epidemiology. 2011. Vol. 22. P. 765–772.
10. Beniston M. The 2003 heat wave in Europe: A shape of things to come? An analysis based on Swiss climatological data and model simulations // Geophys. Res. Lett. 2004. Vol. 31. L02202. Doi:10.1029/2003GL018857.
11. Bordi I., Fraedrich K., Petitta M., Sutera A. Extreme value analysis of wet and dry periods in Sicily // Theoret. Appl. Climatol. 2007. Vol. 87(1–4). P. 61–71.

12. Ding T., Qiang W., Yan Z. Changes in hot days and heat waves in China during 1961–2007 // *Int. J. Climatol.* 2010. Vol. 30. P. 1452–1462.
13. Easterling D.R., Meehl G.A., Parmesan C., Changnon S.A., Karl T.R., Mearns L. O. Climate Extremes: Observations, Modeling, and Impacts // *Science*. 2000. Vol. 289. P. 2068–2074.
14. Gasparrini A., Armstrong B. The impact of heat waves on mortality // *Epidemiology*. 2011. Vol. 22. P. 68–73.
15. Gershunov A., Cayan D.R., Iacobellis S.F. The great 2006 heat wave over California and Nevada: signal of an increasing trend // *J. Climate*. 2009. Vol. 22. P. 6181–6203.
16. Gong D.Y., Pan Y.Z., Wang J.A. Changes in extreme daily mean temperatures in summer in eastern China during 1955–2000 // *Theoretic. Appl. Climatol.* 2004. Vol. 77. P. 25–37.
17. Gosling S.N., McGregor G.R., Paldy A. Climate change and heat-related mortality in six cities. Part 1: Model construction and validation // *Int. J. Biometeorol.* 2007. Vol. 51. P. 525–540.
18. Gosling S.N., Lowe J.A., McGregor G.R., Pelling M., Malamud B.D. Associations between elevated atmospheric temperature and human mortality: A critical review of the literature // *Climatic Change*. 2009. Vol. 92. P. 299–341. doi:10.1007/s10584-008-9441-x.
19. Frich A., Alexander L.V., Della-Marta P., Gleason B., Haylock M., Klein Tank A.M.G., Peterson T. Observed coherent changes in climatic extremes during the second half of the twentieth century // *Climate Research*. 2002. Vol. 19. P. 193–212. doi:10.3354/cr019193
20. IPCC. Climate Change. The Scientific Basis. Cambridge Univ. Press, 2001. 881 p.
21. Jones, P.D., Horton, E.B., Folland, C.K., Hulme, M., Parker, D.E., Basnett, T.A. The use of indices to identify changes in climatic extremes // *Climatic Change*. 1999. Vol. 042(1). P. 131–149.
22. Hajat S., Armstrong B., Baccini M., Biggeri A., Bisanti L., Russo A., Paldy A., Menne B., Kosatsky T. Impact of high temperature on mortality? Is there an added heat wave effect // *Epidemiology*. 2006. Vol. 17. P. 632–638.
23. Huynen M.M., Martens P., Schram D., Weijenberg M.P., Kunst A.E. The impact of heat waves and cold spells on mortality rates in the Dutch population // *Environ. Health Perspect.* 2001. V. 109(5). 463–470.
24. Kalkstein L.S., Green J.S. An evaluation of climate/mortality relationships in large U. S. cities and the possible impacts of a climate change // *Environ. Health Perspect.* 1997. Vol. 105. P. 84–93.
25. Karl T.R., Knight R.W. The 1995 Chicago Heat Wave: How Likely Is a Recurrence? // *Bull. Amer. Meteorol. Soc.* 1997. Vol. 78(6). P. 1107–1119.
26. Kovats R.S., Hajat S. Heat stress and public health: a critical review // *Annual Review of Public Health*. 2008. Vol. 29. P. 41–55.
27. Kysely J. Temporal fluctuations in heat waves at Prague–Klementinum, the Czech Republic, from 1901–97, and their relationships to atmospheric circulation // *Int. J. Climatol.* 2002. Vol. 22(1). P. 33–50.
28. Manton, M.J., Della-Marta, P.M., Haylock, M.R., Hennessey, K.J., Nicholls, N., Chambers, L.E., Collins, D.A., Daw, G., Finet, A., Gunawan, D., Inape, K., Isobe, H., Kestin, T.S., Lefale, P., Leyu, C.H., Lwin, T., Maitrepierre, L., Ouprasitwong, N., Page, C.M., Palalad, J., Plummer, N., Salinger, M.J., Suppiah, R., Tran, V.L., Trewin, B., Tibig, I., Yee, D. Trends in extreme daily rainfall and temperature in Southeast Asia and the South Pacific: 1961–1998 // *Int. J. Climatol.* 2001. 21(3). P. 269–284.
29. Meehl G.A., Tebaldi C. More intense, more frequent, and longer lasting heat waves in the 21st century // *Science*. 2004. Vol. 305. P. 994–997.
30. Radinovic D., Curic M. Criteria for heat and cold wave duration // *Theoretic. Appl. Climatol.* 2012. Vol. 97(3–4). P. 505–510.
31. Revich B.A., Shaposhnikov D.A. Excess mortality during heat waves and cold spells in Moscow, Russia // *Occup. and Environ. Med.* 2008. Vol. 65, N 10. P. 691–696.
32. Revich B.A., Shaposhnikov D.A. Extreme temperature episodes and mortality in Yakutsk, East Siberia // *Rural Remote Health*. 2010. Vol. 10, No 2. P. 13–38.
33. Robinson P.J. On the definition of a heat wave // *J. Appl. Meteorol.* 2001. Vol. 40. P. 762–775.
34. Schwartz J. Who is sensitive to extremes of temperature? // *Epidemiology*. 2005. Vol. 16. P. 67–72.
35. Son J.-Y., Bell M.L., Lee G.-T. The impact of heat, cold, and heat waves on hospital admissions in eight cities in Korea // *Int. J. Biometeorol.* DOI 10.1007/s00484-014-0791-y.
36. Tan J., Zheng Y., Song G., Kalkstein L.S., Kalkstein A.J., Tang X. Heat wave impacts on mortality in Shanghai, 1998 and 2003. // *Int. J. Biometeorol.* 2007. Vol. 51. P. 193–200.
37. Wigley T.M.L. Impact of extreme events // *Nature*. 1985. Vol. 316. P. 106–107.
38. Zhang K., Rood R.B., Michailidis G., Oswald E.M., Schwartz J.D., Zanobetti A., Ebi K.L., O’Neill M.S. Comparing exposure metrics for classifying “dangerous heat” in heat wave and health warning systems // *Environment International*. 2012. Vol. 46. P. 23–29.
39. Zhang Q., Xu C.Y., Zhang Z., Ren G., Chen Y.D. Climate change or variability? The case of Yellow river as indicated by extreme maximum and minimum air temperature during 1960–2004 // *Theoretic. Appl. Climatol.* 2008. Vol. 93(1–2). P. 35–43.

*The author presents a critical review of literature on heat wave definitions that highlights the main methods for estimation of episodes with extremely high temperatures. Two of them were applied to reveal heat waves in summer in Khabarovsk during the period of 1952–2012. From one to three summer heat waves were registered for the initial three decades, and 4–13 – in the second half of the period, with their maximum occurrence in the last decade. A slight positive trend is stated for the dynamics of maximum temperatures, while variations between different years may be as high as  $\pm 4^{\circ}\text{C}$ . The climate variability has been significantly changing for the last 60 years, but generally it does not cross the limits of two standard deviations.*

**Keywords:** heat waves, maximum temperatures, temporal dynamics, Khabarovsk.