

УДК 314.14:551.524(571.61/.64)

ВОЛНЫ ТЕПЛА В ХАБАРОВСКЕ И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

© 2014 Е.А. Григорьева

Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН, г. Биробиджан

Поступила в редакцию 06.10.2014

Проведено исследование взаимосвязи показателей смертности населения в г. Хабаровске от температуры в теплый и летний сезоны года за период 2000-2012 гг. Анализ температурной кривой смертности показал, что эта зависимость имеет классический U-образный вид с точкой минимума около +19 С. Показано, что в теплый период года волны тепла лучше всего определяются по максимальным температурам, летом – по среднесуточным, при этом смертность может увеличиваться на 30% по сравнению со средними величинами.

Ключевые слова: *динамика, температура, тепло, муссонный климат, смертность населения, Хабаровск*

Погода и тепловое состояние окружающей среды являются одним из природных факторов, влияющих на здоровье человека и его самочувствие. В последнее время значительно увеличилось количество научных зарубежных и российских исследований, проводившихся в различных странах мира и в некоторых регионах России, посвященных рассмотрению зависимости между здоровьем человека и погодными условиями, прежде всего динамикой температур [1, 6-8, 12, 15, 19]. Изучаются как циклические изменения температурного режима во всем диапазоне теплового диапазона с оценкой их ущерба для здоровья и определением тенденций регулярных (квазипериодических) колебаний, так и прохождение волн жары или холода и связанные с ними резкие скачки ежедневной смертности. В первом случае строится специфичная для каждого региона «температурная кривая смертности». Исследования показали, что летальность увеличивается как при высокой, так и при низкой температуре, т.е. зависимость имеет U- или V-образный вид [1, 6, 10, 12, 16, 18, 19]. При этом выявляется так называемая «оптимальная» температура, при которой смертность минимальна. Эта величина зависит от климатических особенностей региона – её значение тем выше, чем теплее климат [18]. Так, в Нидерландах этот порог составляет 16,5 С [16], в Архангельске и Москве 18 С [1, 5]; в Монреале 21 и в Брисбене 24 С [12] и т.д.

Во втором случае исследуются периоды с резкими изменениями температуры и, говоря о теплом сезоне года, её значительные повышения. 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. [11, 15, 20]. Общепризнанного критерия для выделения волн нет, и понятие аномально высоких температур определяется индивидуально не только для каждой климатической зоны, но даже для отдельных населенных пунктов. В любом случае, температурный порог выбирается так, чтобы идентифицировать явления, «экстремальные» для адаптаций в широком смысле слова – физиологических, социальных и культурных [2, 20].

В научной литературе встречаются различные подходы к определению волн; исследуются отклонения как от средней за сутки температуры, так и от ее экстремальных значений. Б.А. Ревич и Д.А. Шапошников [4] полагают, что правильнее характеризовать тепловые волны через среднесуточные температуры, считая, что именно эти показатели «служат мерой температурного стресса на организм человека» [4, с. 126]. В некоторых работах авторы обосновывают необходимость проведения расчетов с использованием минимальных суточных температур, объясняя это тем, что в дни с чрезвычайным превышением ночных показателей организм человека не имеет возможности «ночного отдыха», находясь, таким образом, в течение суток под постоянным тепловым стрессом [13, 14, 18]. В то же время, во многих работах волны характеризуются по максимальной температуре, наблюдаемой в дневное время, когда человек проявляет высокую активность, находясь вне помещения, и организм испытывает значительный тепловой стресс [9, 11, 16, 21 и др.]. Известно, что в климатических условиях южной континентальной части Дальнего Востока России, характеризующейся экстремальными значениями годовой

Григорьева Елена Анатольевна, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник. E-mail: eagrigo@yandex.ru

амплитуды температур, человек зимой находится в необычных для этих широт суровых условиях морозной Сибири, а летом – во влажных и теплых тропиках с высокими температурой и влажностью воздуха [3].

Цель работы: выявление основных особенностей взаимосвязи между смертностью населения и изменениями температуры в теплый и летний сезоны года на юге Дальнего Востока России на примере г. Хабаровска, используя разные подходы к определению волн тепла.

Материалы и методы. В качестве первичной информации о смертности использовались сведения о ежедневном числе случаев общей смертности населения для г. Хабаровска за 2000-2012 гг., предоставленные Администрацией г. Хабаровска. Ежедневные данные по минимальной, средней и максимальной температуре воздуха по данным гидрометеостанции (ГМС) Хабаровск были взяты с сайта ФГБУ «ВНИИГ-МИ-МЦД» (<http://meteo.ru/data>). Минимальные и максимальные температуры регистрируются соответственно по показаниям минимального и максимального термометра; средняя температура рассчитывается по данным срочных (8 сроков за сутки) наблюдений.

Для характеристики зависимости смертности от температуры воздуха в теплый период года использовался метод анализа временных рядов по суточным данным, при этом температурная кривая смертности аппроксимировалась V-образной функцией с двумя линейными

участками соответственно ниже и выше точки минимума температурной кривой [6, 7]. Для сглаживания резких скачков ежедневной смертности первичные данные усреднялись «скользящим окном» шириной 30 дней. Для изучения особенностей динамики смертности населения при резких скачках температуры использовалось несколько определений волны тепла. Решение о прохождении волны определялось по критерию превышения 95% процентиля распределения температур [2, 14], оцененных по наблюдениям за изучаемый период 2000-2012 гг., в пяти вариантах в зависимости от длительности волны. В первом варианте экстремальные температуры наблюдались в течение одного дня и более, во втором и последующих – два, три, четыре, пять дней и более, соответственно. Исследовались отдельно минимальные, средние и максимальные значения за каждые сутки для двух периодов: для теплого сезона (месяцы с мая по сентябрь) и для лета (месяцы с июня по август). Таким образом, рассматривалась динамика смертности во время прохождения волн, используя 30 определений экстремальных температур.

Результаты и обсуждение. Численность населения в г. Хабаровске по данным на 1 января 2013 г. составляет 593636 чел. [8]. Абсолютная величина общей смертности составляет 23 случая в среднем за сутки за весь изучаемый период с небольшой межгодовой динамикой; 21,9 для периода май – сентябрь и 21,7 для лета (табл. 1).

Таблица 1. Статистические характеристики температуры воздуха и смертности в Хабаровске, 2000-2012 гг.

Показатель	Сред.*	СКО	Мин.	Процентиль			Макс.
				5	50	95	
теплый период							
мин. температура, °С	12,7	5,20	-2,4	3,4	13,2	20,5	25,9
сред. температура, °С	17,5	4,94	2,1	8,9	18,0	24,8	30,6
макс. температура, °С	23,1	5,11	6,3	14,1	23,6	30,5	36,4
смертность	21,9	5,0	9	14	22	30	40
лето							
мин. температура, °С	15,5	3,75	2,2	8,9	15,7	21,2	25,9
сред. температура, °С	20,1	3,47	9,1	14,3	20,2	25,7	30,6
макс. температура, °С	25,5	3,87	12,5	18,8	25,7	31,4	36,4
смертность	21,7	5,0	9	14	22	30	40

Примечание: * - сред., мин., макс. – средние, минимальные и максимальные значения, соответственно; СКО – среднеквадратическое отклонение

Анализ температурной кривой смертности показал, что эта зависимость имеет классический U-образный вид с точкой минимума (21 случай в сутки) около +19 С (рис. 1). При изменении среднесуточной температуры выше порогового значения смертность повышается достаточно резко до 25 случаев при температуре +29 С. Отдельный анализ динамики смертности до и после

порогового значения позволяет предложить прогнозные уравнения смертности в зависимости от температуры:

$$M = 23,28 - 0,11 * T_{\text{сред}} (R^2 = 0,6989), \quad (1)$$

$$M = 7,335 + 0,675 * T_{\text{сред}} (R^2 = 0,842), \quad (2)$$

где M – смертность, кол-во случаев; $T_{\text{сред}}$ – среднесуточная температура воздуха, °С.

Детальный анализ коротких погодных эпизодов позволяет определить относительный риск смертности в период значительных колебаний температуры. Выявлено, что с мая по сентябрь повышенная смертность – 25,6 случаев – регистрируется, если волна определяется по превышению 95% процентиля максимальными температурами при длительности волны три дня и более. Превышение смертности над средним значением для теплого периода составляет 17%. Это хорошо согласуется с литературными данными и нашим предположением о правильности выбора критерия по выделению эпизодов с экстремальными температурами [2, 14]. Всего за 2000-2012 гг. наблюдалось 17 таких эпизодов.

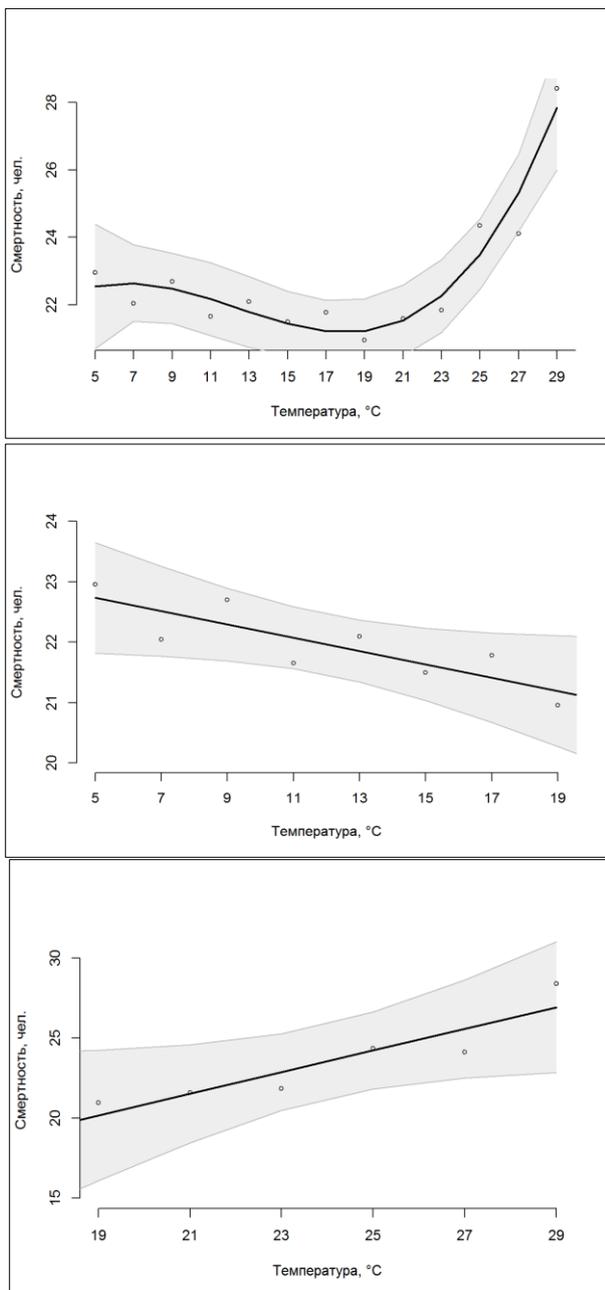


Рис. 1. Температурная кривая для общей смертности, г. Хабаровск

В то же время анализ смертности в летний сезон показывает, что повышенная летальность отмечается, если волна тепла определяется по средней за сутки температуре при разной её длительности. При этом максимальная смертность – 26,5 случаев – наблюдается при длительности волны пять суток и более, что на 22% выше среднего для лета значения. За период с 2000 по 2012 гг. наблюдалось четыре таких эпизода – в августе 2005, июле 2007, июне 2010 г.; максимальная длительность и интенсивность отмечалась в июле 2011 г., когда волна тепла проходила в течение 11 дней, а средняя смертность оказалась на 27% выше среднего значения, что составило 6 случаев дополнительной смертности.

Выводы: анализ температурной кривой смертности для г. Хабаровска показал, что эта зависимость имеет классический U-образный вид с точкой минимума около +19 С. Предложены прогнозные уравнения смертности в зависимости от температуры воздуха. Показано, что в теплый период года волны тепла лучше всего определяются по максимальным температурам, летом – по среднесуточным, при этом смертность может увеличиваться на 30% по сравнению со средними величинами, что составляет 6 случаев дополнительной смертности.

Данная работа является первым шагом к разработке оперативной системы предупреждения влияния экстремальных температур на здоровье человека на юге Дальнего Востока России на примере г. Хабаровска. Результаты исследования зависимости состояния здоровья от качества окружающей среды могут служить основанием при разработке программ безопасности жизнедеятельности населения, позволяющих более эффективно управлять развитием территории, вести научно-обоснованную региональную демографическую политику.

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(ам) и необязательно отражают точку зрения CRDF. Автор выражает благодарность за сотрудничество Администрации г. Хабаровска.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Варакина, Ж.Л. Влияние температуры воздуха на смертность населения Архангельска в 1999-2008 гг. // Ж.Л. Варакина, Е.Д. Юрасова, Б.А. Ревич и др. // Экология человека. 2011. № 6. С. 28-36.
2. Григорьева, Е.А. Волны тепла в Хабаровске – подходы к определению // Региональные проблемы. 2014. Т. 17, № 1. С. 43-48.
3. Григорьева, Е.А. Дискомфортность климата Еврейской автономной области / Е.А. Григорьева, Н.К.

- Христофорова // География и природные ресурсы. 2004. № 4. С. 101-104.
4. Ревич, Б.А. Климатические условия, качество атмосферного воздуха и смертность населения Москвы в 2000-2006 гг. / Б.А. Ревич, Д.А. Шапошников // Климат, качество атмосферного воздуха и здоровье москвичей. Под ред. проф. Б.А. Ревича. – М.: АдамантЪ, 2006. С. 102-140.
 5. Ревич, Б.А. Изменение здоровья населения России в условиях меняющегося климата // Проблемы прогнозирования. 2008. № 3. С. 140-150.
 6. Ревич, Б.А. Изменения климата, волны жары и холода как факторы риска повышенной смертности населения в некоторых регионах России / Б.А. Ревич, Д.А. Шапошников // Проблемы прогнозирования. 2012. № 2. С. 122-139.
 7. Смирнова, М.И. Влияние сезонных метеорологических факторов на заболеваемость и смертность населения от сердечно-сосудистых и бронхолегочных заболеваний / М.И. Смирнова, В.М. Горбунов, Г.Ф. Андреева и др. // Профилактическая медицина. 2012. № 6. С. 76-86.
 8. Численность населения Российской Федерации по муниципальным образованиям. – М.: ФСГС Росстат, 2013. 528 с.
 9. Шевченко, О.Г. Характеристика синоптических процессов над территорией Украины во время волны тепла в июле-августе 2010 г. / О.Г. Шевченко, Е.В. Самчук, С.И. Снежко // Ученые записки РГГМУ. 2013. № 29. С. 85-94.
 10. Vaccini, M. Heat effects on mortality in 15 European cities / M. Vaccini, A. Biggeri, G. Accetta et al. // Epidemiol. 2008. Vol. 19. P. 711-719.
 11. Basagana, X. Heat waves and causespecific mortality at all ages / X. Basagana, C. Sartini, J. Barrera-Gomez et al. // Epidemiology. 2011. Vol. 22. P. 765-772.
 12. Frost, D.B. Myocardial infarct death and temperature in Auckland, New Zealand / D.B. Frost, A. Aulicems, C.R. de Freitas // International Journal of Biometeorology. 1992. Vol. 36. P. 14-17.
 13. Gershunov, A. The great 2006 heat wave over California and Nevada: signal of an increasing trend / A. Gershunov, D.R. Cayan, S.F. Jacobellis // J. Climate. 2009. Vol. 22. P. 6181-6203.
 14. Gosling, S.N. Climate change and heat-related mortality in six cities. Part 1: Model construction and validation / S.N. Gosling, G.R. McGregor, A. Paldy // Int. J. Biometeorol. 2007. Vol. 51. P. 525-540.
 15. Gosling, S.N. Associations between elevated atmospheric temperature and human mortality: A critical review of the literature / S.N. Gosling, J.A. Lowe, G.R. McGregor et al. // Climatic Change. 2009. Vol. 92. P. 299-341. doi:10.1007/s10584-008-9441-x.
 16. Huynen, M.M. The impact of heat waves and cold spells on mortality rates in the Dutch population / M.M. Huynen, P. Martens, D. Schram et al. // Environ. Health Perspect. 2001. V. 109(5). P. 463-470.
 17. Meehl, G.A. More intense, more frequent, and longer lasting heat waves in the 21st century / G.A. Meehl, C. Tebaldi // Science. 2004. Vol. 305. P. 994-997.
 18. McMichael, A.J. International study of temperature, heat and urban mortality: the 'ISOTHURM' project / A.J. McMichael, P. Wilkinson, R.S. Kovats et al. // International Journal of Epidemiology. 2008. Vol. 37(5). P. 1121-1131.
 19. Revich, B.A. Excess mortality during heat waves and cold spells in Moscow, Russia / B.A. Revich, D.A. Shaposhnikov // Occup. and Environ. Med. 2008. Vol. 65. P. 691-696.
 20. Robinson, P.J. On the definition of a heat wave // J. Appl. Meteorol. 2001. Vol. 40. P. 762-775.
 21. Zhang, K. Comparing exposure metrics for classifying "dangerous heat" in heat wave and health warning systems / K. Zhang, R.B. Rood, G. Michailidis et al. // Environment International. 2012. Vol. 46. P. 23-29.

HEAT WAVES IN Khabarovsk AND HEALTH OF THE POPULATION

© 2014 E.A. Grigorieva

Institute for Complex Analysis of Regional Problems FEB RAS, Birobidzhan

Research of interrelation the indicators of Khabarovsk population mortality from temperature during warm and summer seasons of year during 2000-2012 is conducted. The analysis of temperature curve mortality showed that this dependence has a classical U-shaped appearance with a minimum point about +19°C. It is shown that during the warm period of year a heat waves best of all are determined by the maximum temperatures, in the summer – on average daily, thus mortality can increase by 30% in comparison with average sizes.

Key words: *dynamics, temperature, heat, monsoonal climate, population mortality, Khabarovsk*