

© РЕВИЧ Б.А., 2017

УДК 613.166-036.88:312.2(1-021)

Ревич Б.А.

ВОЛНЫ ЖАРЫ В МЕГАПОЛИСАХ И ПОРОГИ ИХ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА СМЕРТНОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ

ФГБУ «Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН», 117418, Москва

Волны жары в мегаполисах становятся значительным фактором риска здоровью населения. Проведён анализ значений порогов жары и дана сравнительная оценка их воздействия на показатели смертности населения в городах различных климатических зон. Прирост дополнительной смертности при увеличении температуры воздуха на каждый 1 °C в европейских городах с умеренным климатом составляет 1,1 – 3,7%, в городах с субтропическим муссонным климатом – 2,8 – 3,0%. Волны жары приводят к более значительному числу дополнительных случаев смерти от всех причин, особенно в городах с умеренно континентальным климатом по сравнению с городами в других климатических зонах. В наибольшей степени прирост случаев дополнительной смертности значителен среди пожилого населения. Основано использование значений порогов жары как нового гигиенического показателя качества городской среды. Значение 98-го перцентиля температур может быть принято в качестве ориентировочного показателя наступления волны жары, опасной для здоровья населения, при достижении которого необходимо проведение соответствующих профилактических мероприятий.

Ключевые слова: изменения климата; волны жары; мегаполис; смертность; здоровье; профилактические мероприятия; режимы труда и отдыха.

Для цитирования: Ревич Б.А. Волны жары в мегаполисах и пороги их воздействия на смертность населения. *Гигиена и санитария*. 2017; 96(11): 1073-1078. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-11-1073-1078>

Для корреспонденции: Ревич Борис Александрович, д-р мед. наук, проф. зав. лаб. прогнозирования качества окружающей среды и здоровья населения ФГБУ науки Института народнохозяйственного прогнозирования РАН, 117418, Москва. E-mail: brevich@yandex.ru

Revich B.A.

HEAT-WAVES IN METROPOLISES AND THRESHOLDS OF THEIR IMPACT ON PUBLIC HEALTH

Institute of Economic Forecasting of the Russian Academy of Science, Moscow, 117418, Russian Federation

Heat waves have become an important health risk factor in megalopolises. Threshold temperatures for heat wave identification have been analyzed and heat wave impacts on the mortality rate in cities of different climatic zones have been compared. Relative increases in the mortality rate per each increase in the temperature by 10C in daily mean temperatures above the heat thresholds in European cities with moderate climate varied between 1.1% and 3.7% while those indices in cities with subtropical monsoon climate varied between 2.8% and 3.0%. Heat waves in cities with moderately continental climate led to greater gains in the all-causes mortality rate than heat waves in cities with other types of climate. Relative gains in the mortality rate were greater among the elderly persons. This paper provides a rationale for the using heat wave thresholds as new hygienic standard of environmental quality in cities. The authors proposed to use the 98th percentile of long-term historic distribution of daily mean temperatures as an identifier of dangerous for health heat waves. The authors recommend use this heat threshold for the activation of appropriate preventive measures to avoid heat-related deaths among urban population.

Keywords: climate change; heat waves; megalopolises; mortality; morbidity; health, preventive; labor and rest mode.

For citation: Revich B.A. Heat-waves in metropolises and thresholds of their impact on public health. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2017; 96(11): 1073-1078. (In Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-11-1073-1078>

For correspondence: Boris A. Revich, MD, PhD, DSci., professor, head of the Laboratory for forecasting the quality of the environment and public health of the Institute of Economic Forecasting of the Russian Academy of Science, Moscow, 117418, Russian Federation. E-mail: brevich@yandex.ru

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgment: The research was carried out at the expense of the grant of the Russian Scientific Foundation “Man in a megapolis: Economic, demographic and ecological features”, project No. 16-18-10324.

Received: 24 January 2017

Accepted: 05 July 2017

Введение

Во всех климатических зонах мира происходит потепление, сопровождаемое увеличением частоты волн жары, т. е. периодов с экстремально высокой температурой. В России в ближайшие 30–40 лет произойдет дальнейшее значительное потепление климата, причем «его скорость существенно превышает среднюю скорость мирового потепления» [1]. Последствия воздействия волн жары на здоровье населения исследуются в различных странах мира, и в PubMed приведено более 1000 публикаций по этому направлению исследований. Доказано влияние волн жары на различные показатели здоровья (обращаемость за экстренной медицинской помощью, заболеваемость, общая смертность и

смертность от отдельных причин: заболевания системы кровообращения, органов дыхания, пищеварения, нервной системы, а также самоубийства). Во время волн жары происходит обезвоживание, нарушение микроциркуляции, что провоцирует тромбообразование с развитием инсультов. Дегидратация организма человека во время аномальной жары может усилить дисциркуляторную энцефалопатию [2]. Значительные нарушения здоровья во время жары характеризуются не только его тяжелыми утратами, но и снижением числа здоровых лет жизни, что отражается и на экономических показателях – страновом и региональном валовом продукте.

Вопросы защиты здоровья населения от неблагоприятных последствий изменений климата стали одним из основных на-

правлений деятельности ВОЗ по проблеме «Окружающая среда и здоровье». В ряде мультицентровых исследований [3, 4, 5, 6] были определены пороги жары, выше которых достоверно возрастает смертность населения. Такие пороги являются определённым аналогом гигиенических нормативов и, естественно, они зависят от климатической зоны.

Для оценки воздействия метеорологических факторов на здоровье населения используют различные методы. В биометеорологии, физиологии, курортологии на основании изучения различных физиологических параметров разработано более 100 индексов для определения биоклиматической комфортности. Большинство этих индексов основано на изучении теплового баланса человека, и они достаточно давно используются для оперативного медицинского прогноза климатических условий курортов [7]. Методы, применяемые физиологией труда, используются в медицине труда для регламентации микроклимата производственных помещений (СанПиН «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» № 355 от 14 июля 2005 г.). Для оценки воздействия метеорологических факторов на здоровье общих групп применяют такие аналитические методы, как анализ временных рядов, случай-контроль и другие, позволяющие на основе многолетних метеорологических и медико-статистических данных с применением вероятностных моделей установить порог волн жары для жителей мегаполисов и других крупных городов, выше которого достоверно возрастает смертность населения. Этот метод требует значительной статистической выборки: например, при численности населения города 300 тыс. необходимо нескольких лет наблюдений, но при численности 100 тыс. – более 10 лет [8, 9]. Пороговые значения температуры, при превышении которых ситуация классифицируется как «волна жары», естественно, зависят от местного климата и устанавливаются на основе вероятности наблюдения экстремально высоких температур в данной местности. Росгидромет anomalно высокой считает среднесуточную многолетнюю температуру + 2 стандартных отклонения, но эта величина принята без учёта воздействия такого значения температуры на здоровье населения, поэтому возникла необходимость уточнения этого показателя и с гигиенических позиций. Предыдущими собственными работами по оценке воздействия волн жары на показатели смертности населения в городах с умеренно-континентальным климатом (Москва, Архангельск и Ростов-на-Дону) и резко-континентальным климатом (Красноярск, Якутск) установлено достоверное повышение смертности при anomalной температуре в течение 5 – 7 последовательных дней (короткие волны) или более 7 дней (длинные волны) [10, 11, 12, 13]. Популяционный риск, естественно, будет наиболее высок в мегаполисах. Кроме того, именно в центрах мегаполисов с высокой концентрацией высотных зданий, скоплением автотранспорта при практическом отсутствии зеленых насаждений возникают острова жары с наибольшей температурой. Эпидемиологические исследования с использованием метода временных рядов требуют значительных финансовых затрат и поэтому не могут быть проведены в каждом городе, так как задачей настоящей работы было установление численного критерия для идентификации волн жары, исходя из распределения anomalных температур, влияющих на смертность населения, находящегося в различных климатических зонах России. Это даст возможность осуществлять необходимые профилактические мероприятия по защите здоровья населения российских городов, расположенных в различных климатических зонах.

Материал и методы

Для изучения многолетних распределений среднесуточных температур и частоты возникновения волн жары использована база данных национального климатического центра США NCDC (National Climatic Data Center). На основании ежесуточных данных метеостанций для идентификации волн жары в 22 городах, расположенных в различных климатических зонах мира, а также в некоторых городах, где проведены исследования по оценке воздействия волн жары на смертность населения, определен 98-й перцентиль многолетнего распределения среднесуточных температур. Эта величина и была принята автором этой статьи как температурный порог, выше которого возрастает смертность населения, что показано в собственных предыдущих исследо-

ваниях. Такая величина соответствует в среднем 1 волне жары в год протяженностью в 9 дней, (если есть одна такая волна в год – это достаточно для оценки достоверности статистических тестов). Результаты исследований по определению температурных порогов волн жары в городах, расположенных в муссонном климате (Сеул, Пекин, Шанхай, Нанкин, Гуанчжоу) позволяют использовать их для оценки ситуации со схожим климатом в крупных российских городах Дальнего Востока. Кроме того, для сопоставления значений порогов волн жары в российских городах умеренного климата с зарубежными городами в близкой климатической зоне проведено определение 98-го перцентилей в ряде крупных городов Европы. По большинству мегаполисов Азии, Африки и Южной Америки (Карачи, Лагос, Лахор, Джайкарта и др.) результаты эколого-эпидемиологических исследований по определению порогов волн жары найдены не были.

Результаты эпидемиологических работ в различных городах мира по оценке воздействия жары на смертность населения сопоставлены с порогом жары, вычисленным в соответствии с принятым выше определением, за базовый период в 30 лет (1960–1990 гг.). Такой временной период при сравнении метеорологических параметров рекомендует Всемирная метеорологическая организация и за последние 25 лет с 1991 по 2015 г.

Результаты

Пороговые значения температуры для идентификации волн жары в российских и зарубежных городах с умеренным климатом. Первые работы в Европейской части России по оценке влияния anomalно высоких температур воздуха на смертность населения, выполненные по методу временных рядов, проведенные в Твери, выявили связи между некоторыми показателями здоровья (число обращений за экстренной медицинской помощью, общая смертность, смертность от таких причин, как травмы, утопления и самоубийства) и температурой воздуха в летний период. При увеличении максимальной дневной температуры в Твери на каждый 1 °C выше определенного порога число обращений за медицинской помощью и смертность от отдельных причин возрастали на 10%, а общая смертность – на 8% или 1 случай дополнительной смерти ежедневно [10]. Последующие работы в Москве, основанные на анализе ежедневных показателей смертности и температуры за 2000 – 2006 гг., выявили, что волна жары в июле 2001 г. с превышением среднесуточных температур 25 °C в течение 9 последовательных дней привела к чётко выраженному и статистически значимому «всплеску» смертности во всех возрастных группах по всем изученным причинам смерти. Абсолютная дополнительная смертность во время рассматриваемой волны жары составила 1177 случаев, в 2002 г. волна длилась меньшее число дней и дополнительная смертность, естественно, снизилась по сравнению с эффектом волны 2001 г. в 4 раза [11].

Второе, более масштабное исследование было посвящено последствиям волны жары лета 2010 г., когда постоянная жара наблюдалась более 40 дней во время блокирующего антициклона. Дополнительная смертность в Москве в период anomalной жары по сравнению с аналогичным периодом 2009 г. составила 10 тыс. случаев [12]. В цитируемой работе был принят порог жары на уровне 98-го перцентилей распределения среднесуточных температур за 1980 – 2009 гг., и проводилась оценка чувствительности полученных результатов к выбору температурного порога на уровне 98%-ного перцентилей. За этот период также пострадало население С.-Петербурга (1,5 тыс. дополнительных случаев смерти) и 30 областей Европейской части России (суммарно 41,5 тыс. случаев) [13]. Результаты собственных исследований о влиянии жары на смертность населения Москвы соответствуют данным и других исследователей этой проблемы [14, 15]. Учитывая выраженный тренд температуры в Москве за последние 60 лет (0,04 °C/год за 1954 – 2013 гг. и 0,07 °C/год за 1976 – 2012 гг.) [16], при возрастании частоты волн жары можно ожидать дальнейшее увеличение смертности во время волн жары, если не будут приняты соответствующие меры по защите населения. В других городах России с умеренным континентальным климатом – на севере (Архангельск) порог волны жары составил 21 °C [17], что значительно ниже, чем в Хельсинки, Стокгольме [3] и в южном Ростове-на-Дону – 27,7 °C [18].

Прирост смертности (все причины, кроме внешних) при превышении порога жары на 1 °С и динамика среднелетней температуры в некоторых мегаполисах

Город	Численность населения, млн человек, 2015–2016 гг.	Температурный порог, °С	Прирост смертности, % на 1°С	Расчёт автора				Литература
				98-й процентиль распределения температуры, °С		средняя температура за май–август, °С		
				1960–1990	1991–2015	1960–1990	1991–2015	
Париж	2,2	24,7* Не указан	+2,44 +2,17**	25,0	26,4	17,6	18,8	[3] [19]
Лондон	8,5	23,9	+1,54	22,9	23,5	15,9	16,6	[3]
Прага	1,3	22,8	+1,74	23,3	25,6	16,2	17,6	[3]
Будапешт	1,8	21,5	+1,34	26,1	28,3	19,0	20,5	[3]
Хельсинки	0,6	23,6	+3,72	21,4	22,2	14,5	15,0	[3]
Стокгольм	0,9	21,7	+1,1	21,4	22,8	17,6	18,8	[3]
Москва		23,6		23,8	25,4	16,1	17,0	[11]
Воронеж		Не указан	+3,0	25,6	27,2	17,8–18,8		[20]
Алма-Ата	0,7	Не указан	+1,9 от заболеваний системы кровообращения	28,3	29,4	20,7	21,4	[21]
17 городов Китая	75-й процентиль 99-й процентиль		+2,8 +3,0	Не проводился				[5]

Примечание. * – порог по среднесуточным температурам, данные о температуре с 1973 г.; ** – по минимальным суточным температурам.

Температурные пороги в европейских городах с умеренным континентальным климатом, а также в 17 китайских городах и оценки прироста смертности на каждый 1 °С прироста температуры выше порога представлены в табл. 1.

Относительные риски, указанные в цитируемых публикациях, в табл. 1 и 2 были переведены в показатель дополнительной смертности. Значения температурных порогов аномальной жары в изученных городах этого типа климата достаточно близки и различаются не более чем на 1 °С. Несомненно, большие различия видны при сопоставлении с 98-м процентилем за два периода с 1960 по 1990 и с 1991 по 2015 г., но это связано с различными временными периодами, за которые выполнены те или иные исследования. Статистически значимые показатели дополнительной смертности и их 95%-е достоверные интервалы во время волн жары или в некоторых случаях и в более отдалённый период представлены в табл. 2, по российским городам использован двусторонний z-тест.

Из приведённых в табл. 2 метеорологических данных видно, что за последние 25 лет по сравнению с предыдущим периодом значительно возросли как средние летние температуры, так и значения 98-го процентиля. Наиболее выражено это потепление (более чем на 1 °С) в крупнейших мегаполисах различных климатических зон – Париже, Пекине, Шанхае и Нью-Йорке.

Пороговые значения волн жары и дополнительная смертность населения в городах с резко-континентальным климатом. Климат значительной части городов центральной и восточной Сибири, ряда территорий в штатах США: Висконсин, Колорадо, Вайоминг, Айдахо и др., центральной и восточной части Канады относится к резко-континентальному типу. В 5 наиболее крупных российских городах с таким климатом – Барнауле, Братске, Иркутске, Кемерово, Красноярске, Чите проживают более 3,4 млн человек. Температурные пороги жары за период с 1999 – 2014 гг. гомогенны для всех этих городов и изменяются в пределах от 21 до 23 °С, причём наиболее длинная волна жары в течение 20 дней выявлена в Братске. Более детальные исследования выполнены по Красноярску, где средняя многолетняя дополнительная смертность во время волн жары статистически значимо увеличивалась практически по всем изученным причинам смерти. Использование двустороннего z-теста позволяет ещё в большей степени повысить надёжность сравнения показателей смертности во время волн жары и в такие же календарные дни других лет. Поэтому в табл. 2 включены показатели дополнительной смертности с использованием этого теста. В этом городе с резко-континентальным климатом дополнительная смертность в возрастной группе старше 65 лет составила 22% (95% ДИ17–28) и состоит преимущественно из заболеваний

системы кровообращения (гипертоническая болезнь, ишемическая болезнь сердца (ИБС)), но, в отличие от южных городов, дополнительная смертность от заболеваний органов дыхания проявилась только в возрасте 30 – 64 лет. Это парадоксальный факт, так как от воздействия волн жары в наибольшей степени страдает пожилое население. Можно предположить, что это результат настолько высокой смертности населения Красноярска от заболеваний органов дыхания, что внешние неблагоприятные факторы не оказывают воздействия. Сравнение смертности от этой причины в Красноярске с аналогичными показателями в Ростове-на-Дону демонстрирует значительное различие в уровне смертности. Мужчин в возрасте 30 – 64 лет в Красноярске умирает от болезней органов дыхания в 2 раза больше, чем в южной группе сравнения, в возрасте 65+ – в 6 раз больше, среди женщин – в 2 и 9 раз.

Пороговые значения волн жары и дополнительная смертность населения в городах с муссонным климатом. В России пока не опубликованы данные о дополнительной смертности в городах с муссонным климатом и поэтому столь важен опыт зарубежных коллег по городам такого типа. Пример работы по 17 китайским городам [5] демонстрирует, как по мере возрастания значения процентиля температуры увеличиваются и риски для здоровья. Дополнительная смертность на каждый градус температуры постепенно увеличивается с 2,83% при 75 процентиле до 4,64% при 99 процентиле. Возможно, что и в городах Приморского и Хабаровского краёв, Сахалинской области возможно аналогичное возрастание смертности во время волн жары.

Обсуждение

Для адекватной защиты здоровья населения от воздействия волн жары потребуются установить пороги температуры воздуха, при превышении которых необходимо защищать население от жары. В рамках доказательной медицины такой температурный порог может быть вычислен с помощью некоторого численного критерия, который основан на риске жары и волн жары для здоровья, в связи с чем проводятся специальные эколого-эпидемиологические исследования и используются процентиلى многолетнего распределения среднесуточных температур в летнее время. Обоснование пороговых значений температуры с позиций риска для здоровья представляет собой определённый шаг вперед по сравнению с чисто «синоптическим» подходом. Как показывают исследования, для практических целей защиты населения оправдан выбор порога на уровне 97,5 или 98 процентиля. За последние 25 лет по сравнению с предыдущим периодом значительно возросли как средние летние температуры, так

Волны жары и дополнительная смертность населения в городах различных климатических зон

Город, численность населения, млн, 2015–16 гг.	Среднесуточная температура, порог, °С	Дополнительная смертность во время волн жары, % (95% ДИ), причина*; возрастная группа, лет	Год	Литера- тура	98-й процентиль распределения температуры		Средняя температура за май–август, °С	
					1960–1990	1991–2015	1960–1990	1991–2015
Умеренно-континентальный климат								
Москва,** 12,2	23,6	51(29–73) Болезни органов кровообращения; 80(57–101) Болезни органов дыхания; 33(20–46) Все, кроме внешних причин; возраст 15+	2001	[11]	23,8	25,4	16,1	17,0
С.-Петербург, 5,2	Нет данных	23,1	24,0	15,2	15,9			
Архангельск, 0,35	21,5	8 (6–22); возраст 30–64 14 (2–26); возраст 65+		[23]	22,2	22,8	12,1	12,6
Южные города: Ростов-на-Дону, 1,1	27,7	Средние показатели по трём городам. Все, кроме внешних причин:	1961–2010	[18]				
Волгоград, 1,0	29,0	25 (20–30); возраст 30–64,			28,3	29,4	20,8	21,3
Краснодар, 0,85	28,2	46 (43–50); возраст 65+			—	—	—	—
		44 (30–59) Болезни органов кровообращения; возраст 30–64;			—	—	—	—
		66 (54–78) Болезни органов кровообращения; возраст +			28,3	30,6	20,2	21,3
		33 (13–56) Болезни органов дыхания; возраст 30–64			27,2	30,0	21,0	22,3
		52 (29–78) Болезни органов дыхания; возраст 65+						
Резко-континентальный климат								
Красноярск, 1,0	21,8	Средние показатели. Все, кроме внешних причин: 34(4–73) Болезни органов дыхания; возраст 30–64 9,5(2,5–17); возраст 30–64 84(18–186) Гипертоническая болезнь; возраст 65+ 24 (4–24) ИБС; возраст 65+ 44 (32–57) Болезни системы кровообращения; возраст 65+ 22 (17–28); возраст 65+	1999–2015	Данное исследо- вание	23,3	23,9	14,6	15,4
Якутск, 0,3	21,7	27 (13–40); возраст 30–64 4 (15–23); возраст 65+	1999–2007	[24]	24,4	25,5	13,9	15,1
Континентальный влажный (умеренно-муссонный) климат								
Пекин, 7,5 в городской зоне	30,5	21 (0,3–41,7) Болезни органов дыхания	2000–2001	[25]	29,2	30,5	23,7	24,8
Субтропический океанический климат								
Нью-Йорк, 8,4	29	30 (25–36); возраст 15+ 26 (22–29); возраст 15+ 9(5–12); возраст 15+ 11 (8–14); возраст 15+ 8 (3–12) Болезни органов кровоо- брашения и дыхания; возраст 15+	1900–1948 1970 1997–2013 2000–2011	[26] [27] [28]	29,0	30,4	21,8	22,7
Субтропический муссонный климат								
Сан-Паулу, 11,3***	При 99-м процентиле по сравнению с 90-м	6,1 (4,7–7,6) Все причины	1969–2010	[29]	26,7	27,2	22,3	22,9
Сеул, 11,0	98-й 95% 90-й процентиль	При длине волны 4 дня и более: 18,1 (10,7–25,9); возраст 15+ (8,6–11,3); возраст 15+ (3,7–5,8); возраст 15+	1992–2012	[30]	29,1	29,3	22,5	25,9
7 городов Южной Кореи	33,5	5 (1–4), все возраста	1996–2012	[31]				
Нанкин, 8,0	36,1–29,5 за разный период исследования	34 (21–47) Инсульт; возраст 45+	2010	[32]	31,7	32,2	25,1	25,6
Гуанчжоу, 13		23 (2–37); все возраста	2005	[33]	30,6	31,7	27,4	28,0
Ухань (центральный район), 0,7	31,7	27,4 (137–36,9); все возраста	2003–2010	[34]	32,2	33,3	26,0	26,7

Примечание. * – если причина не указана, то результат приводится для смертности от всех причин, кроме внешних; ** – экстремальная волна жары на Европейской части России и ее воздействие на уровень смертности населения нами описана в предыдущих статьях [9, 33]; *** – декабрь–февраль.

и значения 98 процентиля. В большинстве работ по изучению влияния жары на здоровье указывается, что достоверное увеличение смертности по сравнению с её минимальным значением, достигающимся в интервале температур, который называется «зоной температурного комфорта» происходит при 97–98,0 процентиля многолетней температуры [22, 25, 26, 29, 35 и др.].

Заключение

Сопреженный анализ результатов эколого-эпидемиологических работ по оценке воздействия волн жары на показатели смертности населения, проживающего в городах в различных климатических зонах мира, и распределения температур за 55 лет позволил подтвердить надёжность использования данных о 98-го процентиля среднесуточных температур, в течение определённого числа последовательных дней как индикатора наступления волн жары. Этот показатель может использоваться в городах России для своевременного принятия мер по защите здоровья различных групп населения и организации режима труда и отдыха трудоспособного населения. Возможно, что в будущем эксперты ВОЗ и эксперты по здоровью Межправительственной организации экспертов по изменению климата выработают международные рекомендации по определению порогов жары/холода, как это произошло в области гигиенического нормирования различных неблагоприятных факторов окружающей среды.

Меры по защите здоровья человека во время волн жары можно условно разделить на 2 основных направления:

- индивидуальные;
- популяционные.

К индивидуальным методам защиты относятся приём определённых медикаментов, рекомендуемых кардиологами [2], использование кондиционеров, соблюдение должного питьевого режима. Популяционные методы защиты направлены на всё экспонированное население и, в первую очередь, на группы повышенного риска: лиц пожилого возраста, детей, беременных женщин. Исследования последних лет свидетельствуют о необходимости включения в эту группу риска и лиц с низким социально-экономическим статусом. Результаты мета-анализа исследований, проведённых в различных странах мира и в различных климатических условиях, выявили, что значения относительного риска для групп таких лиц соответствуют значениям, полученным для лиц старше 65 лет.

Необходимо создание системы раннего оповещения населения о наступлении жары, о наличии прохладных зон для пенсионеров, «сухих» пляжей, о точках раздачи воды в местах массового скопления жителей и т. п. Весьма полезен и опыт южных стран в организации рационального режима труда и отдыха во время аномально высоких температур воздуха. На сайте Роспотребнадзора регулярно размещаются рекомендации по сохранению здоровья в жаркую погоду. Так, территориальное управление этой службы по Тамбовской области совместно с государственной инспекцией труда опубликовали рекомендации по организации работ в помещениях и на открытой территории в жаркий период.

Воздействие волн жары на здоровье приводит и к значительному экономическому ущербу. Высокая смертность населения трудоспособного возраста летом 2010 г. в Москве привела к потере 97 – 123 млрд руб., или 1,57% ВВП_{Москва}, или 0,28% ВВП_{Россия} [26]. Кроме населения мегаполисов от воздействия волн жары в наибольшей степени страдают также города и страны с низким уровнем валового продукта и поэтому именно в них в первую очередь необходимо реализовывать меры по защите здоровья населения.

Финансирование. Исследование выполнено за счёт гранта Российского научного фонда «Человек в мегаполисе: Экономические, демографические и экологические особенности», проект № 16-18-10324.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература

(п.п. 3–6, 8, 9, 12, 17–19, 21, 22, 24–34 см. References)

1. Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации, Техническое резюме. М.: 2014.
2. Агеев Ф.Т., Смирнова М.Д., Роденков О.В. *Жара и сердечно-сосудистая система*. М.: Практика; 2015.

7. Уянаева А.И., Лян Н.А., Тупицына Ю.Ю., Чукина И.М., Максимова Г.А. Современные технологии оценки климата и погоды для оптимизации методов климатотерапии в комплексе санитарно-курортного лечения детей больных бронхиальной астмой. *Вестник восстановительной медицины*. 2015; 6(70): 53–6.
10. Ревич Б.А., Шапошников Д.В., Галкин В.Т., Крылов С.А., Чертова А.Б. Воздействие высоких температур атмосферного воздуха на здоровье населения в Твери. *Гигиена и санитария*. 2005; (2): 20–4.
11. Ревич Б.А., Шапошников Д.А., Семутникова Е.Г. Климатические условия и качество атмосферного воздуха как факторы риска смертности населения Москвы в 2000–2006 гг. *Медицина труда и промышленная экология*. 2008; (7): 29–35.
13. Ревич Б.А. Волны жары, качество атмосферного воздуха и смертность населения Европейской части России летом 2010 года: результаты предварительной оценки. *Экология человека*. 2011; (7): 3–9.
14. Бойцов С.А., Кузнецов А.С., Лукьянов М.М., Шальнова С.А., Деев А.Д. Влияние аномально высоких температур и загрязнённости воздуха на смертность населения Москвы и возможности прогнозирования смертности с помощью моделей линейного регрессионного анализа. *Профилактическая медицина*. 2013; (6): 63–70.
15. Бойцов С.А., Лукьянов М.М., Деев А.Д., Кляшторный В.Г., Иваненко А.В., Волкова Н.С. и др. Влияние экологических факторов на смертность населения Москвы: возможности рисков и прогнозирования. *Российский кардиологический журнал*. 2016; (6): 34–40.
16. Чубарова Н.Е., Незваль Е.И., Беликов И.Б., Горбаренко Е.В., Еремина И.Д., Жданова Е.Ю. и др. Климатические и экологические характеристики московского мегаполиса за 60 лет по данным Метеорологической обсерватории МГУ. *Метеорология и гидрология*. 2014; (9): 49–63.
20. Механтьев И.И., Пичужкина Н.М., Массайлова Л.А. Волны жары и смертность населения г. Воронежа. *Гигиена и санитария*. 2013; (6): 85–6.
23. Варакина Ж.Л., Юрасова Е.Д., Ревич Б.А., Шапошников Д.А., Вязьмин А.М. Оценка влияния температуры воздуха на смертность населения Архангельска в 1999–2008 годах. *Экология человека*. 2011; (6): 28–36.
35. Григорьева Е.А. Волны тепла в Хабаровске и здоровье населения. *Известия Самарского научного центра РАН*. 2014; 5(2): 843–6.
36. Порфирьев Б.Н. Экономическая оценка людских потерь в результате чрезвычайных ситуаций. *Вопросы экономики*. 2013; (1): 46–68.

References

1. The Second Assessment Report of Rosgidromet on climate change and their impact on the territory of the Russian Federation, the Technical Summary. Moscow; 2014. (in Russian)
2. Ageev F.T., Smirnova M.D., Rodenkov O.V. *The Heat and the Cardiovascular System [Zhara i serdечно-sosudistaya sistema]*. Moscow: Praktika; 2015. (in Russian)
3. Baccini M., Biggeri A., Accetta G., Kosatsky T., Katsouyanni K., Analitis A., et al. Heat effects on mortality in 15 European cities. *Epidemiology*. 2008; 19(5): 711–9.
4. Leone M., D'Ippoliti D., De Sario M., Analitis A., Menne B., Katsouyanni K., et al. A time series study on the effects of heat on mortality and evaluation of heterogeneity into European and Eastern-Southern Mediterranean cities: results of EU CIRCE project. *Environ. Health*. 2013; 12: 55.
5. Ma W., Chen R., Kan H. Temperature-related mortality in 17 large Chinese cities: How heat and cold affect mortality in China. *Environ. Res*. 2014; 134: 127–33.
6. Zhang J., Li J.G., Huang C.R., Kan H.D. Impact of temperature on mortality in three major Chinese cities. *Biomed. Environ. Sci*. 2014; 27(7): 485–94.
7. Uyanava A.I., Lyan N.A., Tupitsyna Yu.Yu., Chukina I.M., Maksimova G.A. Modern technology assessment of climate and weather information for optimizing the methods of climatotherapy in complex sanatorium treatment of children with bronchial asthma. *Vestnik vosstanovitel'noy meditsiny*. 2015; 6(70): 53–6. (in Russian)
8. Shaposhnikov D., Revich B. Toward meta-analysis of impacts of heat and cold waves on mortality in Russian North. *Urban Climate*. 2016; 15: 16–24.
9. Conti S., Meli P., Minelli G., Solimini R., Toccaceli V., Vichi M., et al. Epidemiologic study of mortality during the Summer 2003 heat wave in Italy. *Environ. Res*. 2005; 98(3): 390–9.
10. Revich B.A., Shaposhnikov D.A., Galkin V.T., Krylov S.A., Chertkova A.B. Impact of high ambient air temperatures on human health in Tver. *Gigiena i sanitariya*. 2005; (2): 20–4. (in Russian)
11. Revich B.A., Shaposhnikov D.A., Semutnikova E.G. Climate conditions and ambient air quality as risk factors for mortality in Moscow. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2008; (7): 29–35. (in Russian)
12. Shaposhnikov D., Revich B., Bellander T., Bedada G.B., Bottai M., Kharkova T., et al. Mortality related to interactions between heat wave and wildfire air pollution during the summer of 2010 in Moscow. *Epidemiology*. 2014; 25: 359–64.
13. Revich B.A. Heat-wave, air quality and mortality in European Russia in summer 2010: preliminary assessment. *Ekologiya cheloveka*. 2011; (7): 3–9. (in Russian)
14. Boytsov S.A., Kuznetsov A.S., Luk'yanov M.M., Shal'nova S.A., Dееv A.D. The impact of abnormally high temperatures and ambient air pollution during summer months on mortality rates in the Moscow population and the possibilities of death prediction using linear regression analysis models. *Profilakticheskaya meditsina*. 2013; (6): 63–70. (in Russian)
15. Boytsov S.A., Luk'yanov M.M., Dееv A.D., Klyashornyy V.G., Ivanenko A.V., Volkova N.S., et al. The influence of ecological risk factors on mortality in Moscow population. Risk evaluation and prediction. *Rossiyskiy kardiologicheskii zhurnal*. 2016; (6): 34–40. (in Russian)
16. Chubarova N.E., Nezval' E.I., Belikov I.B., Gorbarenko E.V., Eremina

- I.D., Zhdanova E.Yu., et. al. Climatic and environmental characteristics of Moscow megalopolis according to the data of the Moscow State University Meteorological Observatory over 60 years. *Meteorologiya i gidrologiya*. 2014; (9): 49-63. (in Russian)
17. Shaposhnikov D., Revich B., Meleshko H., Govorkova V., Pavlova T. Climate change may reduce annual temperature-dependent mortality in Subarctic: a case-study of Archangelsk, Russia Federation. *Environ. Nat. Resour. Res.* 2011; (1): 75-91.
 18. Revich B.A., Shaposhnikov D.A., Podol'naya M.A., Khor'kova T.L., Kvasha E.A. Heat waves on Southern Cities of European Russia as a Risk Factor for Premature Mortality. *Stud. Russ. Econ. Dev.* 2015; 26(2): 142-50.
 19. Laadi K., Zeghnoun A., Dousset B., Bretin P., Vandentorren S., Giraudet E., et al. The impact of heat islands on mortality in Paris during the August 2003 heat waves. *Environ. Health Perspect.* 2012; 120(2): 254-9.
 20. Mekhant'ev I.I., Pichuzhina N.M., Massaylova L.A. Heatwaves and population die off in the Voronezh city. *Gigiena i sanitariya*. 2013; (6): 85-6. (in Russian)
 21. Grijbovski A., Nugralieva N., Kosbayeva A., Sharbakov A., Seysembekov T., Menne B. Effect of High Temperatures on Daily Counts of Mortality from Diseases of Circulatory System in Astana, Kazakhstan. *Medicina (Kaunas)*. 2012; 48(12): 640-6.
 22. Revich B., Shaposhnikov D. Excess mortality during heat waves and cold spells in Moscow, Russia. *Occup. Environ. Med.* 2008; 65: 691-6.
 23. Varakina Zh.L., Yurasova E.D., Revich B.A., Shaposhnikov D.A., Vyaz'min A.M. Air temperature impact on mortality in Arkhangelsk in 1999-2008. *Ekologiya cheloveka*. 2011; (6): 28-36. (in Russian)
 24. Revich B., Shaposhnikov D. Extreme temperature episodes and mortality in Yakutsk, East Siberia. *Rural. Remote Health*. 2010; 10(2): 1338.
 25. Tian Z., Li S., Zhang J., Guo Y. The Characteristic of Heat Wave Effects on Coronary Heart Disease Mortality in Beijing, China: A Time Series Study. *PLoS One*. 2013; 8(9): e77321.
 26. Petkova E., Gasparrini A., Kinney P. Heat and mortality in New York City since the beginning of the 20th century. *Environment*. 2014; 25(4): 554-60.
 27. Matte T.D., Lane K., Ito K. Excess mortality attributable to extreme heat in New York City, 1997-2013. *Health Secur.* 2016; 14(2): 64-70.
 28. Madrigano J., Ito K., Jonhson S., Kinney P.L., Matte T. A case-only study of vulnerability to heat wave-related mortality in New York (200-2011). *Environ. Health Perspect.* 2015; 123(7): 672-8.
 29. Son J.Y., Gouveia N., Bravo M.A., de Freitas C.U., Bell M.L. The impact of temperature on mortality in a subtropical city: effects of cold, heat, and heat waves in Sao Paulo, Brazil. *Int. J. Biometeorology*. 2016; 60(1): 113-21.
 30. Lee W.K., Lee H.A., Lim Y.H., Park H. Added effect of heat wave on mortality in Seoul, Korea. *Int. J. Biometeorology*. 2016; 60(5): 719-26.
 31. Heo S., Lee E., Kwon B.Y., Lee S., Jo K.H., Kim J. Long-term changes in the heat-mortality relationship according to heterogeneous regional climate: a time-series study in South Korea. *British Medicine J. Open*. 2016; (6): e011786.
 32. Chen K., Huang L., Zhou L., Zongwei M., Jun B., Tiantian L. Spatial analysis of the effect of the 2010 heat wave on stroke mortality in Nanjing, China. *Sci. Rep.* 2015; (5): 1-10.
 33. Yang J., Liu H.Z., Ou C.Q., Lin G.Z., Ding Y., et al. Impact of heat wave in 2005 on mortality in on Guangzhou, China. *Biomed. Environ. Sci.* 2013; 26(8): 647-54.
 34. Zhang Y., Li C., Feng R. The short-term effect of ambient temperature on mortality in Wuhan, China: A time-series study using a distributed lag non-linear model. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2016; 13(7): E722.
 35. Grigor'eva E.A. Heat waves in Khabarovsk and health of the population. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra RAN*. 2014; 5(2): 843-6. (in Russian)
 36. Porfir'ev B.N. Economic assessment of casualties during emergency situations. *Voprosy ekonomiki*. 2013; (1): 46-68. (in Russian)

Поступила 24.01.17
Принята к печати 05.07.17

Гигиена питания

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2017

УДК 613.2-681.31

Потёмкина Н.С.², Большаков А.М.¹, Крутько В.Н.^{1,2}, Мамиконова О.А.²

ИНФОРМАЦИОННО-КОМПЬЮТЕРНАЯ ПОДДЕРЖКА ЗДОРОВОГО ПИТАНИЯ КАК АКТУАЛЬНЫЙ МЕТОД ЗДОРОВЬЕСБЕРЕЖЕНИЯ И ГИГИЕНЫ ПИТАНИЯ В СОВРЕМЕННЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

¹ ФГОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова» Минздрава России, 119991, Москва;

² ФГБУ Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук, 119333, Москва

В современном мире проблема выбора правильного питания населением нуждается в научно-обоснованной информационно-технической поддержке, что связано с глобальными изменениями образа жизни и окружающей среды. Тысячи диет и продуктов питания, где каждый продукт содержит десятки нутриентов, сотни индивидуальных характеристик здоровья – всё это делает практически невозможным выбор наилучшего питания без привлечения современных информационных технологий. Одним из основных препятствий для формирования оптимального рациона является существование двух противоречивых требований к рациону современного человека. Первое требование – это снижение калорийности рациона, вызванное снижением двигательной активности. Второе – необходимость увеличить нутриентную плотность рациона, вызванную увеличением потребности человека в витаминах и минералах и снижением их количества в продуктах питания. Одним из возможных решений проблемы является создание сетевой технологии поддержки персонализированного выбора питания. В работе представлены концепция и архитектура системы оценки, планирования и оптимизации рационов питания, реализуемой в виде Web-технологии. Теоретическая концепция предлагаемой системы и Web-технологии основана на динамическом двухуровневом формировании информации. На первом уровне анализируется соответствие индивидуального питания современным научным диетологическим представлениям о правильном питании, отражённом в завоевавшей всемирное признание Пирамиде питания. Второй, более сложный и детальный вариант оценки фактического индивидуального питания позволяет выполнить анализ и планирование рациона с учётом наиболее значимых нутриентов и требует ввода количества всех употреблённых продуктов на протяжении определённого промежутка времени. Предлагаемая система поддержки принятия решений в сфере питания может быть реализована не только в сети Интернет, но и в виде мобильного приложения и будет полезна для индивидуального и семейного применения, для использования в учебных заведениях, санаториях и лечебных учреждениях, для государственного контроля статуса питания населения, в центрах Госсанэпидемиологии. Кроме того, разрабатываемая Web-технология предназначена для решения таких задач, как образование и просвещение по проблемам гигиены питания, здорового образа жизни и профилактики старения.

Ключевые слова: глобальные изменения среды и образа жизни; информационные технологии; пропаганда здорового питания; дистанционная оценка и оптимизация питания; культура питания и экология; профилактика неинфекционных заболеваний; активное долголетие.

Для цитирования: Потёмкина Н.С., Большаков А.М., Крутько В.Н., Мамиконова О.А. Информационно-компьютерная поддержка здорового питания как актуальный метод здоровьесбережения и гигиены питания в современных экологических условиях. *Гигиена и санитария*. 2017; 96(11): 1078-1083. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-11-1078-1083>

Для корреспонденции: Крутько Вячеслав Николаевич, доктор тех. наук, профессор, зав. лаб. Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» Российской академии наук, 119333, Москва. E-mail: krutkovn@mail.ru