

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ВОЛН НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ В ГОРОДАХ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО РЕГИОНА РОССИИ*

В статье проведен анализ трендов метеорологических показателей в северо-западных городах (С.-Петербурге, Архангельске, Мурманске). В последние два десятилетия тренд увеличился и составил около 0,9°C/10 лет в С.-Петербурге и в Мурманске и более 1,5°C/10 лет в Архангельске, причем влияние волн холода на уровень смертности было сильнее, чем влияние волн жары. Наиболее информативным метеорологическим показателем воздействия волн жары является обычная температура воздуха (по сравнению с эффективной температурой), для наиболее точной идентификации волн холода и оценки их влияния на показатели смертности рекомендуется использовать ветро-холодовой индекс.

Введение. Глобальное изменение климата ведет к увеличению частоты экстремальных погодных явлений, в том числе волн жары. В XXI в. это стало новым фактором риска здоровью населения. На территории России климатические изменения происходят неравномерно, наиболее выражены они в Арктике [1-4]. Показателем Северо-Западный регион, где продолжительная волна жары летом 2010 г. привела к увеличению смертности населения. Глобальной социальной задачей является адаптация к изменению климата, в том числе здравоохранения, с выделением специфических задач по созданию волонтерских групп для помощи лицам с ограниченной подвижностью, медицинских групп быстрого реагирования, прохладных комнат в учреждениях социальной защиты. Для научного обоснования такого планирования необходимы количественные оценки ожидаемых потерь населения во время волн жары и холода. Пилотные исследования в Северо-Западном регионе России были выполнены в Архангельске в рамках проекта Европейского Бюро ВОЗ по данным одного десятилетия 2000-х годов [5]. В настоящее время создан новый методический аппарат для исследования влияния метеорологических факторов на смертность населения с анализом воздействия температурных волн, ветро-холодового индекса и других показателей. Он уже был применен для планирования мер по адаптации системы здравоохранения к изменению климата в Москве. Для второго по величине города России, С.-Петербурга, до настоящего времени какие-либо оценки воздействия климата на здоровье населения отсутствовали. В данной статье, восполняющей этот пробел, проводится анализ зависимости смертности населения от температурных волн для С.-Петербурга, Мурманска и Архангельска, по которым возможны обобщенные выводы о всем Северо-Западном регионе.

Источники и методы исследования. В работе использованы данные Росстата о суточной смертности населения С.-Петербурга, Мурманска и Архангельска за период 1999-2016 гг. и метеорологические данные ежедневных 8-ми срочных измерений температуры воздуха в сутки, относительной влажности и скорости ветра за период 1961-2017 гг., по которым были рассчитаны среднесуточные величины. Метеорологические данные были приняты с вебсайта ВНИИГМИ [6]. Длительный ряд метеонаблюдений использовался для оценки того, насколько меняется климат в Северо-Западном ре-

* Статья подготовлена в рамках научных исследований при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект 14-17-00037 «Оценка критических уровней воздействия изменения климата на ключевые региональные природные процессы на территории России для разработки стратегий адаптации») Государственного гидрологического института. Авторы благодарны сотрудникам Института демографии Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» (НИУ ВШЭ), канд. экон. наук Т.Л. Харьковской и Е.А. Кваша за подготовку данных о смертности населения.

гионе и как его современное состояние соотносится с прошлыми десятилетиями. Все данные прошли контроль качества и полноты. По С.-Петербургу некоторые причины смерти пришлось исключить из исследования из-за выявленных систематических ошибок в первичных статистических суточных данных.

Для анализа влияния экстремальных температур на смертность населения были отобраны четыре группы климатозависимых заболеваний: ишемическая болезнь сердца (ИБС), цереброваскулярные заболевания (ЦВЗ), включая инсульт; другие болезни систем кровообращения (БСК) и болезни органов дыхания (БОД). Также изучалась суммарная смертность от всех причин, кроме внешних. Для изучения возрастных различий были выделены две группы населения от 30 до 64 лет и от 65 лет и старше. На первом шаге проводился анализ суточных метеоданных для выявления волн жары и холода и расчета их основных параметров. Под волнами жары или холода понимается непрерывный период продолжительностью не менее пяти дней с температурными показателями выше или соответственно ниже пороговых величин. В различных исследованиях наряду с температурой воздуха в качестве температурных показателей часто используют тактильные параметры, характеризующие физиологическую реакцию организма на совместное воздействие нескольких метеорологических факторов [7; 8]. К таким параметрам относятся эффективная температура T_e и ветро-холодовой индекс T_v , рассмотренные в данной работе.

Эффективная температура определена для жарких климатических условий [9]: она характеризует совместное тактильное воздействие на человека температуры воздуха, скорости ветра, потока приходящего солнечного излучения и упругости водяного пара. Определенный вклад в эффективную температуру вносит приходящее солнечное излучение, но значение этого фактора важно для населения южных стран, в северных регионах России оно не столь велико. Оценка влияния на человека волн холода была начата еще в 1941 г. по инициативе военных США, готовившихся к холодной европейской зиме, с этой целью разрабатывались температурные индексы. Эти работы продолжились в и последующие десятилетия. В настоящее время широкое распространение получил ветро-холодовой индекс, описанный нами в статье по Красноярску [10].

Важен вопрос о том, как наилучшим образом определить пороговые значения температурных показателей, по которым идентифицируются волны жары и холода. Однозначного ответа на него до сих пор нет, однако это можно сделать двумя принципиально различными способами. Первый предполагает наличие универсальных пороговых значений, определяемых едиными для всех людей физиологическими особенностями, вне зависимости от местного климата. Второй способ предполагает адаптацию населения к местному климату, от которого должны зависеть и пороговые значения. Авторы данного исследования придерживаются второго способа, как и большинство других исследователей [11-12]. В данной работе для выявления волн жары и холода были использованы, соответственно, значения 97-го и 3-го перцентилей локально-специфичных распределений среднесуточных температур за все дни периода исследования.

Изучение совокупности температурных волн (за исключением аномальной жары 2010 г. в С.-Петербурге) позволяет оценить относительный прирост смертности в среднем для всех дней, принадлежащих данной выборке, по сравнению со всеми остальными днями (то же в отношении волн холода). Учитывалось также возможное запаздывание смертельного исхода на изменение температуры. Такое запаздывание общепринято называть «временным лагом» между ходом температуры и ходом смертности». Для расчета ожидаемых приростов смертности во время волн жары или холода использовалась обобщенная линейная регрессия суточной смертности Пуассона [13]

с поправкой на зависимость смертности от сезона, дня недели и долгосрочный тренд за период 1999-2016 гг. В каждом городе сравнивались предсказательные способности моделей с использованием «обычной» температуры (T_a) и эффективной температуры (T_e), а также ветро-холодового индекса (T_v). Критерием выбора наилучшего предиктора смертности являлась максимизация статистической значимости модельной оценки относительного прироста смертности – критерий Фишера (т.е. величина z-теста).

Результаты. Для анализа температурных волн важно знать, как сильно меняется климат и как его современное состояние соотносится с прошлыми десятилетиями. На рисунке показаны изменения усредненных за летний и зимний сезоны основных метеорологических параметров, эффективной температуры и ветро-холодового индекса в трех исследуемых городах за длительный период 1961-2017 гг., а в табл. 1 приведены их тренды, рассчитанные за весь этот период и за исследуемые последние два десятилетия 1999-2016 гг. На фоне большой межгодовой изменчивости (рисунок) во всех трех городах за последние 50 лет значительно увеличилась средняя за зиму температура воздуха, тренд составил около $0,5^{\circ}\text{C}/10$ лет. В последние два десятилетия тренд также увеличивался и составил около $0,9^{\circ}\text{C}/10$ лет в С.-Петербурге и Мурманске и более $1,5^{\circ}\text{C}/10$ лет в Архангельске. Тренд летней температуры за весь период также повсеместно положительный, но примерно вдвое меньший, чем для зимней температуры. В последние два десятилетия в Архангельске он уменьшился вдвое, а в С.-Петербурге и в Мурманске сменился на отрицательный. Сходным образом меняются *эффективная температура и ветро-холодовой индекс*. Скорость ветра уменьшилась повсеместно и во все сезоны, лишь в С.-Петербурге в последний период летом она несколько увеличилась. Упругость водяного пара растет, и лишь в последние два десятилетия летом она уменьшается в С.-Петербурге и незначительно в Мурманске. Наблюдаемые изменения всех рассмотренных метеопараметров действуют однонаправленно, усиливая физиологический эффект волн жары и увеличивая эффективную температуру по сравнению с температурой воздуха. В таких условиях достаточно сложно определить пороговые величины температурных показателей, поскольку они будут зависеть от выбора периода наблюдений.

Таблица 1

Тренды температуры воздуха (T_a), скорости ветра и упругости водяного пара, рассчитанные за длительный период наблюдения и за последние два десятилетия

Город	$T_a, ^{\circ}\text{C}/10$ лет				Скорость ветра, м/с за 10 лет				Парциальное давление водяного пара, мбар/10 лет			
	1966-2017 гг.		1999-2017 гг.		1966-2017 гг.		1999-2017 гг.		1966-2017 гг.		1999-2017 гг.	
	Зима	Лето	Зима	Лето	Зима	Лето	Зима	Лето	Зима	Лето	Зима	Лето
С.-Петербург	0,51	0,33	0,94	-0,28	-0,07	-0,01	-0,09	0,13	0,15	0,20	0,15	-0,47
Мурманск	0,49	0,15	0,88	-0,05	-0,30	-0,09	-0,31	-0,02	0,10	0,14	0,11	-0,04
Архангельск	0,54	0,26	1,53	0,12	-0,34	-0,30	-0,02	-0,02	0,12	0,26	0,33	0,40

Ежегодное суммарное количество волн жары и холода длительностью более 5 дней в трех исследуемых городах, рассчитано с использованием 97%- и 3%-пороговых величин температуры воздуха за период 1961-2017 гг. Температурные волны представляют собой редкие события, которые случаются не каждый год.

Отдельные волны трудно анализировать и прогнозировать, поэтому целесообразно рассматривать характеристики выборки волн, такие как количество волн за весь исследуемый период и их средняя продолжительность. Эти характеристики, рассчитанные

для двух периодов по 97- и 3-процентным пороговым значениям температуры воздуха T_v , эффективной температуры T_e и ветро-холодового индекса T_v , приведены в табл. 2.

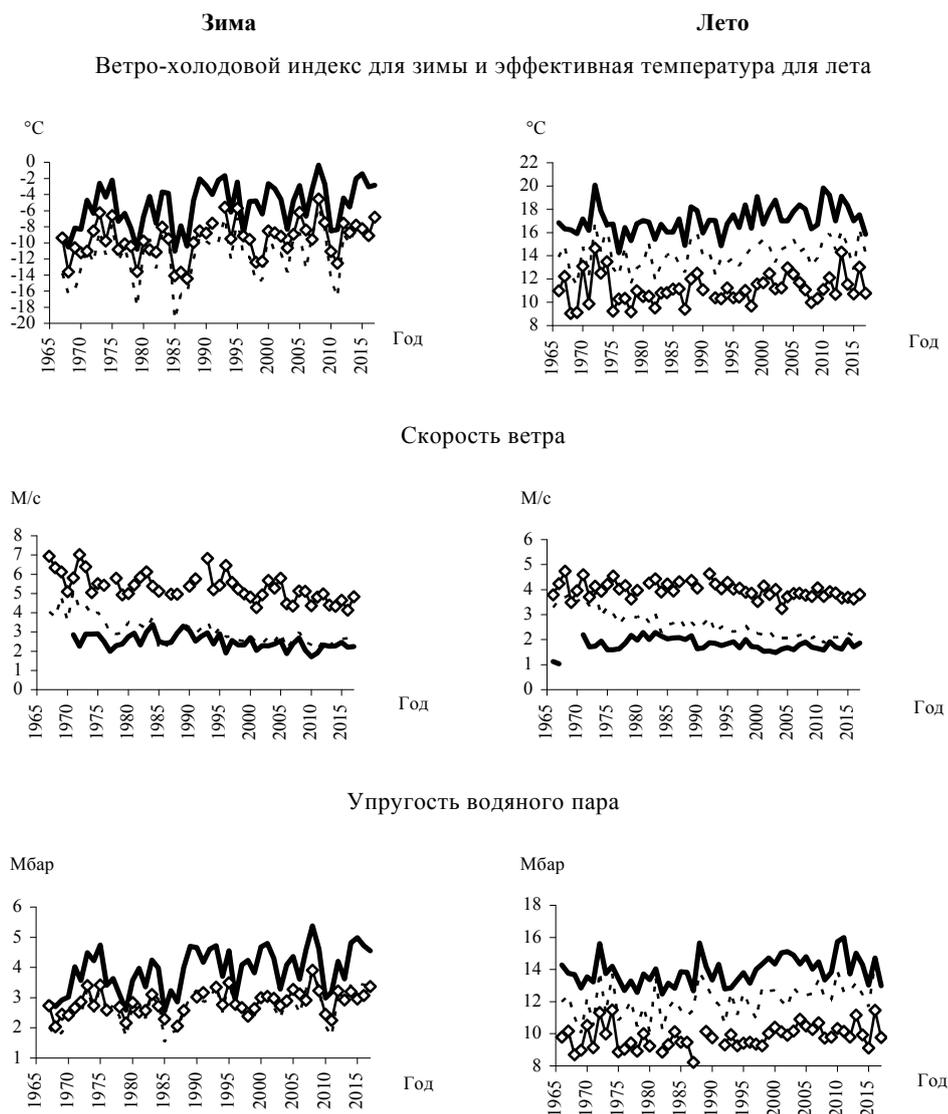


Рисунок. Изменения метеорологических параметров за период 1966-2017 гг.:

— С-Петербург; —◇— Мурманск; ---- Архангельск

В сравнении числа волн жары в трех городах за 18 лет периода исследования Мурманск выделяется малым числом волн жары, что говорит о существенных различиях в типах погодных условий (циклональной деятельности) в этих городах. В отношении чисел волн холода столь существенных различий между тремя городами не выявлено, однако можно отметить, что в Мурманске очень ветреная зима, о чем говорит значительное различие в порогах для T и T_v . Результаты оценки риска смертности от воздействия температурных волн в С.-Петербурге с населением 5,2 млн. представлены в табл. 3. В последнем столбце указаны наиболее информативные предикторы.

Таблица 2

Характеристики выборки волн жары и холода для двух временных интервалов*

Критерий	С.-Петербург				Мурманск				Архангельск			
	Жара		Холод		Жара		Холод		Жара		Холод	
	T_v	T_3	T_v	T_v	T_v	T_3	T_v	T_v	T_v	T_3	T_v	T_v
1966-2016 гг.												
Пороговая величина (°C)	21,4	22,1	-14,1	-17,8	16,9	14,4	-19,3	-27,9	19,9	19,5	-23,3	-29,3
Количество волн	28	36	32	32	24	24	31	27	34	34	34	31
Средняя длина (дн.)	8,4	8,3	8,1	7,6	6,9	6,8	6,5	6,8	7,7	7,6	6,6	7,1
1999-2016 гг.												
Пороговая величина (°C)	22,4	23,3	-13	-16,5	17,2	14,9	-17,9	-26	20,7	21,1	-21,9	-26,7
Количество волн	11 (16)	13 (17)	15 (11)	9 (8)	6 (6)	7 (10)	10 (8)	5 (5)	14 (17)	12 (20)	15 (11)	10 (5)
Средняя длина (дн.)	7,0 (9,6)	7,7 (10,4)	7,7 (7,9)	8,1 (7,9)	6,2 (6,2)	7,0 (6,4)	6,8 (6,9)	6,2 (6,5)	6,7 (7,2)	7,1 (7,7)	6,4 (6,7)	7,0 (7,0)

* В скобках указаны величины для периода 1999-2016 гг., рассчитанные по пороговым величинам для периода 1966-2016 гг.

Таблица 3

Оценки риска дополнительной смертности во время ансамблей волн жары и холода в С.-Петербурге

Причина и возраст смерти	Лаг	Относительный риск		Лаг	Относительный риск		Наиболее информативный показатель
	L	RR	95% ДИ	L	RR	95% ДИ	
ВОЛНЫ ЖАРЫ							
		Температура воздуха – T_v			Эффективная температура – T_3		
ИБС, 30-64	0	1,00	0,94-1,06	0	1,00	0,94-1,06	-
Другие БСК, 30-64	1	0,96	0,88-1,05	1	0,95	0,87-1,04	-
Естественные, 30-64	1	1,01	0,97-1,04	1	1,01	0,98-1,05	T_3
БОД, 65+	2	1,19*	1,01-1,40	2	1,16	0,98-1,38	T_v
Естественные, 65+	0	1,09*	1,07-1,11	0	1,09*	1,06-1,11	T_v
ВОЛНЫ ХОЛОДА							
		Температура воздуха – T_v			Ветро-холодовой индекс - T_v		
ИБС, 30-64	1	1,20*	1,14-1,27	3	1,24*	1,18-1,32	T_v
Другие БСК, 30-64	2	1,01	0,93-1,10	2	1,05	0,97-1,15	T_v
Естественные, 30-64	1	1,09*	1,05-1,12	3	1,10*	1,06-1,13	T_v
БОД, 65+	11	1,07	0,92-1,25	11	1,09	0,93-1,28	T_v
Естественные, 65+	8	1,07*	1,05-1,09	8	1,07*	1,04-1,09	T_v

Примечания. Из анализа по С.-Петербургу были исключены следующие показатели смертности из-за обнаруженной систематической ошибки в данных: ЦВЗ в обеих возрастных группах, др. БСК в возрасте 65+, БОД в возрасте 30-64, ИБС в возрасте 65+.

Обозначения: L - наиболее вероятный лаг между температурой и смертностью (в днях); RR - относительный риск смертности; 95% ДИ – границы 95%-го доверительного интервала риска; * – статистически значим на 95%-м уровне.

Как видно из табл. 3, в данном случае обычную температуру следует признать более тесно связанной с суточной смертностью, чем эффективную температуру. При изучении влияния волн холода на смертность предпочтительнее использовать ветро-холодовой

индекс в сравнении с обычной температурой воздуха. В целом результаты оценки риска волн холода в С.-Петербурге выглядят более убедительно, чем результаты оценки риска волн жары. Для холода получено больше статистически достоверных оценок риска.

Жарким летом 2010 г. в С.-Петербурге наблюдалась аномальная волна жары длительностью 42 дня – с 5 июля по 15 августа. Она была изучена отдельно от ансамбля «обычных» волн жары (табл. 4). Как и следовало ожидать, относительные приросты смертности в расчете на один день волны жары 2010 г. существенно выше, чем те же приросты в расчете на один день, входящий в совокупность «обычных» волн. Например, для всех естественных причин смерти в возрасте 65+ полученные оценки различаются в три раза: во время жары 2010 г. смертность возросла на 26%, а во время обычных волн жары смертность возрастала в среднем на 9%.

Таблица 4

Влияние аномальной волны жары 5 июля – 15 августа 2010 г. на смертность в С.-Петербурге

Причина и возраст смерти	L	RR	95% CI
ИБС, 30-64	3*	1,11*	1,02-1,20
Другие БСК, 30-64	0	1,04	0,91-1,19
Все естественные, 30-64	0	1,14*	1,09-1,20
БОД, 65+	2	1,34*	1,08-1,68
Все естественные, 65+	0	1,26*	1,22-1,30

Обозначения: L - наиболее вероятный лаг между температурой и смертностью (в днях); RR - относительный риск смертности; 95% ДИ – границы 95%-го доверительного интервала риска; * – статистически значим на 95%-м уровне.

Анализ и выводы. Климат наиболее крупных северо-западных городов различается не только по температурному режиму, но и по устойчивости погодных условий, что проявляется в различиях средней длительности волн жары и холода. Это приводит и к существенным климатическим рискам, и значениям дополнительной смертности (табл. 5).

Таблица 5

Сравнение относительных рисков смертности в периоды волн жары и холода в северо-западных городах

Наилучший предиктор Причина и возраст смерти, лет	Жара, T_e			Холод, T_c		
	С.-Петербург.	Мурманск	Архангельск	С.-Петербург	Мурманск	Архангельск
ИБС, 30-64	<1	1,08	1,03	1,24*	1,14*	1,29*
Другие БСК, 30-64	<1	<1	1,33*	1,06	1,18	1,35*
Естественные, 30-64	1,01	1,09	1,08	1,10*	1,08	1,12*
БОД, 65+	1,19*	1,39	1,54*	1,09	1,49	1,42*
Естественные, 65+	1,09*	1,03	1,12*	1,07*	1,07	1,18*

* Статистически значим на 95-процентном уровне.

Первый вывод исследования – независимый выбор одних и тех же предикторов смертности в качестве «наилучших» во всех трех городах. В периоды волн жары обычная температура воздуха оказалась более тесно связана со смертностью, чем эффективная температура. Для более точной оценки влияния холода предпочтительно использовать ветро-холодовой индекс для идентификации волн.

Второй вывод: риски волн холода в целом значительно более выражены, чем риски волн жары. Сравнение оценок риска для волн холода и волн жары показало, что для одиннадцати показателей смертности из пятнадцати в трех городах, пред-

ставленных в табл. 5, влияние волн холода было сильнее, чем влияние волн жары. Отметим, что для холода получено значительно больше статистически значимых оценок риска, чем для волн жары (девять значимых оценок для холода и лишь пять значимых оценок для жары). Между городами можно проследить определенные закономерности в оценках рисков. Так, оценки рисков для большинства показателей оказались наибольшими по абсолютной величине в Архангельске: для трех из пяти показателей во время жары и для четырех из пяти показателей во время холода. В Архангельске также получено и наибольшее число значимых оценок. Так, все 5 оценок риска волн холода в этом городе статистически значимы. К сожалению, периоды исследования в трех городах были различны. Наибольшее число лет (18 лет с 1999 по 2016 г.) было изучено именно в Архангельске. В Мурманске из исследования были исключены 2013 г. и 2016 г., так что период исследования составил 16 лет, а в С.-Петербурге – всего 10 лет: с 2001 по 2010 г. Косвенным подтверждением надежности оценок рисков в табл. 5 является близость величины *значимых* оценок рисков, полученных в разных городах для одинаковых показателей смертности. Так, например, для показателя «ИБС в возрасте 30-64 лет» установлены значимые оценки рисков волн холода во всех трех городах, и они близки по величине: 1,24; 1,14; 1,29. Наибольший разброс установлен в отношении смертности от болезней органов дыхания в возрасте от 65 лет, но этот результат объясняется сравнительно малыми значениями ежедневной смертности в этой категории: 0,09 случая в день в Мурманске и 0,34 случая в день в Архангельске.

Относительные приросты смертности во время аномальной жары могут отличаться от аналогичных приростов во время «обычных» волн жары в два и даже в три раза. Вопрос, какая волна жары может считаться аномальной и с какой вероятностью можно ожидать таких волн в будущем, выходит за рамки данной работы. Однако результаты оценки рисков во время аномальной жары 2010 г. в С.-Петербурге, впервые полученные в данном исследовании (табл. 4), позволяют уточнить первоначальные оценки, выполненные сразу после 2010 г. В работе [14] сообщалось, что суммарная смертность от всех причин во время волны жары 2010 г. превысила аналогичный показатель за эти же календарные даты 2009 г. на 1533 случая, т.е. на 30,2%. Сравнивая «ожидаемый» ущерб, вычисленный из модели смертности в 1546-ти дополнительных случаях смерти, с фактическими случаями, рассчитанными по статистическим данным, можно сделать вывод о высоком качестве самой модели и полученных оценок рисков. Данные табл. 4 не позволяют оценить число дополнительных смертей летом 2010 г. от всех причин, поскольку нет данных о внешних причинах (например, известно, что во время жары возрастает число суицидов). Однако подавляющая часть дополнительной смертности во время жары приходится на естественные причины. Вклад внешних причин в общую смертность относительно невелик: по «невозмущенным» данным за первую половину 2010 г. (до начала аномальной жары) доля внешних причин в общей смертности в С.-Петербурге составляла 8,1%. Для мужчин эта доля несколько выше: 12,2%. Табл. 4 дает возможность оценить дополнительную смертность во время волны жары 2010 г. от всех естественных причин суммарно для лиц старше 30 лет, что является удовлетворительной оценкой общего ущерба (вклад возрастов менее 30 лет и вклад внешних причин увеличит эту оценку не более чем на 10%). В этом и состоит практическая польза вычисленных показателей относительного риска смертности. Разница (обозначим ее Δ) между ожидаемыми значениями смертности за период с 5 июля по 15 августа 2010 г. в присутствии волны жары и в отсутствии этой волны может быть вычислена по формуле:

$$\Delta = (\mu_{30-64}[(RR)_{30-64} - 1] + \mu_{65+}[(RR)_{65+} - 1]) \times 42 \text{ дня} = 1546, \text{ или } 24,0\%, \quad (1)$$

где μ – среднесуточная смертность от всех естественных причин за невозмущенный период с 1 сентября 2007 г. по 4 июля 2010 г. (такой период был принят в ис-

следовании волны 2010 г., чтобы исключить влияние предыдущей волны жары летом 2007 г.; летом 2008 и 2009 гг. вовсе не было волн жары). Разумеется, эта оценка ущерба вычислена не по отношению к предыдущему году. Имея в распоряжении наблюдаемые данные о смертности, можно легко вычислить оценку дополнительной смертности по отношению к предыдущему году:

$$\Delta = \sum_{5.07.2010}^{15.08.2010} [(M_{30-64}] + M_{65+}) - \sum_{5.07.2009}^{15.08.2009} [(M_{30-64}] + M_{65+}) = 1558, \text{ или } 24,2\%, \quad (2)$$

где M – наблюдаемые значения суточной смертности.

Результаты исследования свидетельствуют о необходимости дальнейшего развития планов адаптации к климатическим изменениям со стороны органов системы здравоохранения, других секторов социальной сферы, раннего прогнозирования наступления периодов аномально высоких и низких температур. Определенная работа в этом направлении проведена в Москве, население которой в наибольшей мере пострадало от длительной жары летом 2010 г. В городе разработан План действий органов исполнительной власти по снижению воздействия аномальной жары и загрязнения атмосферного воздуха на здоровье населения, предусматривающий выдачу предупреждений об уровнях опасности этих ситуаций для здоровья, информирование населения о наступлении жары, а также другие мероприятия [15]. Более детально меры по защите здоровья населения от аномальной жары содержатся в планах Департамента здравоохранения Москвы, в том числе по отдельным видам медицинской помощи: скорой медицинской помощи, поликлинической стационарной и т.д. В городах Северо-Западного региона необходимо разработать аналогичные планы действия с учетом климатических особенностей (частоты температурных волн жары и холода и др.), социально-экономической и демографической обстановки.

Литература

1. Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Техническое резюме. М.: Росгидромет, 2014. 93 с.
2. Катцов В.М. и др. Изменения климата Арктики: место климатической науки в планировании адаптации: монография // Под ред. В.М. Катцова. Климатический центр Росгидромета. СПб: ГГО, 2017. 104 с.
3. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2018 год. М.: Росгидромет, 2018. 69 с. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://cc.voeikovmgo.ru/images/document/2018>
4. Доклад о климатических рисках на территории Российской Федерации / Под ред. В.М. Катцова. Санкт-Петербург, 2017. 106 с.
5. 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 годах // Экология человека. 2011. № 6. С. 28-36.
6. Бульгина О.Н., Корицунова Н.Н., Разуваев В.Н. Систематизированные массивы данных для климатических исследований // [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://meteo.ru/publications/125-trudy-vniigmi/trudy-vniigmi-mlsd-vypusk-177-2014-g/518-spezializirovannye-massivy-dannykh-dlya-climaticheskikh-issledovaniy>
7. D'ippoliti D., Michelozzi P., Marino C. et al. The impact of heat waves on mortality in 9 European cities: results from the EuroHEAT project // *Environmental Health. July, 2010* 9:37, DOI: 10.1186/1476-069X-9-37
8. Almeida S.P., Casimiro E., Calheiros J. Effects of apparent temperature on daily mortality in Lisbon and Oporto, Portugal // *Environmental Health. March, 2010. 9:12*, DOI: 10.1186/1476-069X-9-12. P. 45-56.
9. Steadman R.G. 1984: A universal scale of apparent temperature. *J. Climate Appl. Meteorol.* 23:1674-1687. Meteorological Service of Canada. http://www.climate.weatheroffice.ec.gc.ca/prods_servs/normal_docs/documentation_e.html
10. Ревич Б.А., Шапошников Д.А. Особенности воздействия волн жары и холода на смертность в городах с резко-континентальным климатом // Сибирское медицинское обозрение. 2017. № 2. С. 84-90.
11. Kalkstein L.S., Smoyer K.E. The impact of climate change on human health: Some international implications // *Experiencia. November, 1993. Vol. 49. Issue 11. Pp. 969-979.*
12. Ревич Б.А., Шапошников Д.А., Першаген Г. Новая эпидемиологическая модель по оценке воздействия аномальной жары и загрязненного атмосферного воздуха на смертность населения (на примере Москвы 2010 г.) // Профилактическая медицина. 2015. № 5. С. 15-19.
13. Ревич Б.А., Шапошников Д.А., Подольная М.А., Харьковская Т.Л., Кваша Е.А. Волны жары в южных городах европейской части России как фактор риска преждевременной смертности населения // Проблемы прогнозирования. 2015. № 2. С. 56-67.
14. Ревич Б.А. Волны жары, качество атмосферного воздуха и смертность населения Европейской части России летом 2010 года: результаты предварительной оценки // Экология человека. 2011. № 7. С. 3-9.
15. Доклад о состоянии окружающей среды в городе Москве в 2013 году. Правительство Москвы. Департамент природопользования и охраны окружающей среды города Москвы, 2014 г. 222 с. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.mos.ru>