

УДК [551.582:586](571.16)

ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ВОЛНЫ ТЕПЛА КАК ОТРАЖЕНИЕ ИЗМЕНЧИВОСТИ СОВРЕМЕННЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

©2015 г. И. В. Кузевская, Д. В. Поляков, М. А. Волкова, Н. К. Барашкова

Томский государственный университет, г. Томск

Проведено исследование волн тепла на территории Томской области. Представлен анализ повторяемости теплых волн в теплом периоде, в том числе волн, в течение которых средняя максимальная суточная температура воздуха превышала средние максимальные температуры воздуха на станциях; определены индивидуальные характеристики волн: продолжительность и интенсивность. Показана характерность наиболее длительных волн для северной части области, что соответствует вероятности повтора подобного явления один раз в 100–300 лет. Выявленные количественные показатели и тенденции проявления волн тепла указывают на возможность в предстоящие годы учащения случаев ухудшения самочувствия населения области.

Ключевые слова: Томская область, волны тепла

HEAT WAVES AS REFLECTION OF VARIABILITY OF CURRENT CLIMATIC CONDITIONS OF VITAL ACTIVITY IN TOMSK REGION

I. V. Kuzhevskaya, D. V. Polyakov, M. A. Volkova, N. K. Barashkova

Tomsk State University, Tomsk, Russia

An analysis of heat waves in the Tomsk region has been conducted. There has been presented an analysis of the frequency of occurrence of heat waves in summer seasons, including waves, during which the average maximum air daily temperature exceeded the average maximum air temperatures at the stations; there have been established individual characteristics of waves: length and intensity. It has been shown that the longest waves were characteristic of the northern part of the region that corresponded to the probability of occurrence of such phenomena once every 100–300 years. The revealed quantitative indicators and trends of heat waves manifestations indicated a probability of an increased number of health deterioration cases of the regional population in future years.

Keywords: Tomsk region, heat waves

Библиографическая ссылка:

Кузевская И. В., Поляков Д. В., Волкова М. А., Барашкова Н. К. Температурные волны тепла как отражение изменчивости современных климатических условий жизнедеятельности на территории Томской области // Экология человека. 2015. № 2. С. 3–9.

Kuzhevskaya I. V., Polyakov D. V., Volkova M. A., Barashkova N. K. Heat Waves as Reflection of Variability of Current Climatic Conditions of Vital Activity in Tomsk Region. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2015, 2, pp. 3–9.

Проблема климатических изменений является одной из наиболее актуальных в современной науке и привлекает большое число исследователей из различных областей знаний. Общеизвестный факт, что изменения климата оказывают как прямое, так и косвенное воздействие на здоровье человека. Так, увеличение длительности периодов с высокими или низкими температурами влияет как непосредственно на состояние здоровья людей, так и косвенно — через качество воды, продуктов питания, состояние загрязнения воздуха. К косвенным (непрямым) последствиям относят увеличение численности комаров в результате затопления территорий, активизацию клещей и других переносчиков инфекций, увеличение периода их потенциальной инфекционной опасности. Кроме того, экстремальные значения температуры влияют на устойчивость и прочность строительных конструкций, рабочие характеристики техники, во многом определяют экологическую ситуацию территории (пожароопасность, уровень загрязнения),

состояние инфраструктуры жилищно-коммунального хозяйства, других отраслей экономики.

Более чем за 100-летнюю историю метеорологических наблюдений в последнее десятилетие в мире все чаще фиксируются экстремальные значения в рядах приповерхностной температуры воздуха. Согласно 5-му Докладу Межправительственной группы экспертов по изменению климата, опубликованному в 2013 году, средняя глобальная температура за период с 1951 по 2012 год повысилась на 0,72 °C [20]. По данным [1, 2, 4], самым теплым для всего *Земного шара* оказался 1998 год, второе — третье место соответственно у 2005 и 2010 годов. Все следующие девять максимумов наблюдались в XXI веке. В среднем для *Северного полушария* первый ранг среди самых теплых лет занимает 2007, а за ним с минимальными различиями следуют 2010 и 1998 годы. По последним совместным исследованиям Всемирной метеорологической организации (ВМО) и Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) в

российских регионах на фоне происходящих глобальных климатических изменений самым теплым является 2007 год, второе—третье место у 1995 и 2008 годов. Для территории Западной Сибири в десятку самых теплых лет входят 2006 и 2012 годы. В целом оценка изменения глобального термического режима и его влияния на человека стала одним из приоритетных направлений для ВМО и ВОЗ [1, 7, 8]. Так, по оценкам ВОЗ, климатические изменения являются причиной примерно 150 тысяч преждевременных смертей в мире (0,3 % общего числа смертей) и 55 миллионов человеко-лет нетрудоспособности в год (0,4 % общей нетрудоспособности) [19].

Одним из современных направлений исследований изменения температурного режима среды обитания является изучение температурных волн (кратковременных периодов экстремально жарких или холодных погод) [8, 12]. Такие экстремальные значения приповерхностной температуры воздуха формируются за достаточно короткий временной интервал, изменения температуры в котором часто носят волновой характер.

Увеличение количества аномально жарких и холодных дней, отражаемое в повторяемости температурных волн, оказывает влияние на уровень смертности населения, особенно в старшей возрастной группе. Так, авторы [13] отмечают, что в 1998–2002 годах в городах России волны тепла стали причиной от 4 до 29 тысяч случаев дополнительной смерти в год. При дальнейшем потеплении климата возможно увеличение числа дней с аномальной высокой и низкой температурой, следовательно, количество климатозависимых смертельных исходов также может увеличиться.

Термин «волны холода / тепла» возник в связи с проводившимися еще в конце XIX века исследованиями областей холодного (теплого) воздуха, которые после своего зарождения в северо-западных районах континента (как Европы, так и Северной Америки) перемещаются в юго-восточном направлении подобно волне [8].

Общепризнанного критерия выделения волн тепла и холода нет. И это вполне объяснимо, так как в зависимости от задач научного исследования или практического обслуживания населения интерес могут представлять волны определенной интенсивности или продолжительности [8, 12]. С точки зрения биоклиматологии количественные показатели волн тепла и холода определяются индивидуально не только для каждой климатической зоны, но и для отдельных городов, и особенно мегаполисов. Города с разной возрастной структурой и социально-экономическим положением населения имеют и разные температурные пороги при выделении волн тепла, даже если находятся в одной климатической зоне. С позиций здоровья человека большое значение имеет тот температурный порог, выше (жара) или ниже (холод) которого увеличиваются показатели смертности или наблюдаются какие-либо другие изменения здоровья населения [14].

Территория исследования — Томская область — по климатогеографическим условиям относится к Азиатскому Северу, и соответственно здесь к организму человека предъявляются повышенные требования, он вынужден использовать дополнительные биологические и медико-профилактические средства защиты от неблагоприятных воздействий погодных условий [5, 6, 17, 18].

Представленные факты определили задачу нашего исследования — изучение волн тепла в теплый период на территории Томской области как региона с дискомфортными климатическими условиями, оказывающими влияние на здоровье и самочувствие населения.

Методы

Информационной базой исследования послужили данные суточного разрешения по приземной температуре воздуха по десяти метеорологическим станциям Томской области за период с 1961 по 2012 год [15].

В рядах среднесуточной температуры воздуха были выделены волны тепла в соответствии с алгоритмом, в котором за один случай волнового потепления принимался отрезок временного ряда длиной *не менее 5 дней*, удовлетворяющий следующему условию: превышение (без перерыва) среднесуточной температуры воздуха относительно своего среднего многолетнего значения равно или более $1,25 \times \sigma$ (σ — стандартное отклонение среднемесячной температуры воздуха для каждого месяца).

Средние многолетние значения для каждого дня года и стандартные отклонения рассчитывались за нормативный период 1961–1990 годов. За теплый период принимался сезон с 1 мая по 30 сентября, кроме того, для сравнения использовались два временных интервала — 1961–2012 и 2000–2012 годы. Последний представляет интерес как наиболее теплое десятилетие за весь период инструментальных наблюдений.

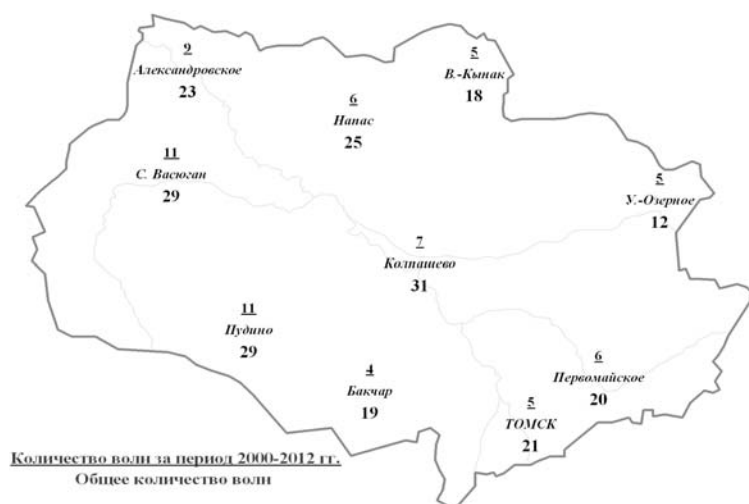
Обработка метеорологических данных осуществлялась с использованием программных продуктов Surfer 8.0 (Golden Software, USA) и Visual FoxPro 9.0 (Microsoft, USA). Для выявленных волн тепла были рассчитаны следующие характеристики: дата возникновения волны, продолжительность (длина волны, дни); интенсивность (превышение среднесуточной температуры воздуха относительно своего среднего многолетнего значения, выраженное в σ , °C); амплитуда волны ($T_{\max} - T_{\min}$, °C); максимальная температура в волне, °C.

Вероятностные характеристики различной обеспеченности были определены с применением алгоритма цепей Маркова, технология расчета изложена в [3].

Результаты

Климатическая повторяемость волн тепла, рассчитанная за весь временной ряд и за период 2000–2012 годов, отражена на рис. 1.

Общее количество волн за теплый период колеблется в пределах от 12 случаев (ст. Усть-Озерное) до 29 (ст. Средний Васюган), причем количество волн, зафик-



Карта-схема распределения повторяемости волн тепла на территории Томской области за теплый период

сированных в последние 13 лет, в долевого отношении составляет от 21 до 42 % всех случаев. Для большей детализации непосредственно внутри теплых периодов была определена повторяемость волн тепла для отдельных месяцев и в сумме за летние месяцы (табл. 1).

Климатически для территории Томской области наиболее теплым месяцем является июль, но жаркая и сухая погода может устанавливаться с июня и даже середины мая. На всех станциях большее количество майских волн тепла отмечено именно в период с 2000 по 2012 год (от 27 % на ст. Напас до 50 % на ст. Александровское и Пудино), кроме Томска, где при заданных пороговых критериях майские волны тепла не проявились. Увеличение повторяемости волн тепла в мае способствует более ранней активизации комаров, клещей и других переносчиков инфекций.

Волны тепла характерны и для окончания теплого периода года (сентябрь), и они оказывают непосредственное положительное влияние на самочувствие человека. Кроме того, увеличивается продолжительность активной фазы жизнедеятельности насекомых, что в условиях высокой степени заболоченности территории исследования повышает риск инфицирования населения области.

Волны, отмеченные за календарное лето (июнь

– август) составляют от 30 до 50 % от всех случаев теплого периода. При этом вклад их в последние 13 лет для большей части территории, за исключением южной, составляет 23–44 %. Следует отметить, что волны тепла в календарное лето оказывают наибольшее отрицательное воздействие на организм человека. К таким воздействиям можно отнести, в частности, волны тепла «экстремального типа», которые могут приводить к различным психоэмоциональным напряжениям и стрессам организма человека [16]. Психоэмоциональное напряжение связано не только с интенсивностью и продолжительностью рассматриваемого экстремального явления, но и с тем, как быстро (2–5 дней) организм человека может адаптироваться к сверхбыстрым (менее суток) локальным изменениям температурного режима [14]. Адаптация человека в этих условиях достигается путем большого напряжения и сложной перестройки систем всего организма [17].

Потенциально возможные последствия увеличения повторяемости волн тепла на территории области в последние 13 лет сглаживаются тем обстоятельством, что более 80 % населения сосредоточено на юге области.

В процессе исследования для каждой волны определялись ее индивидуальные характеристики: про-

Повторяемость волн тепла по станциям Томской области

Таблица 1

Месяц	Параметр	Александровское	В.-Кынак	Напас	С. Васюган	У.-Озерное	Колпашево	Пудино	Бакчар	Первомайское	Томск
Май	Нв (N_{00-12})	6 (3)	7 (3)	11 (3)	9 (4)	5 (2)	13 (4)	8 (4)	6 (2)	5 (2)	5 (0)
Июнь	Нв (N_{00-12})	4 (3)	2 (0)	3 (1)	3 (2)	1 (0)	2 (0)	4 (1)	4 (0)	3 (0)	3 (1)
Июль	Нв (N_{00-12})	—	2 (1)	1 (1)	4 (1)	1 (0)	4 (1)	4 (1)	1 (0)	3 (1)	2 (2)
Август	Нв (N_{00-12})	5 (1)	4 (1)	4 (0)	4 (1)	2 (1)	7 (1)	6 (3)	2 (0)	8 (2)	8 (1)
Сентябрь	Нв (N_{00-12})	8 (2)	3 (0)	6 (1)	9 (3)	3 (2)	5 (1)	7 (2)	6 (2)	1 (1)	3 (1)
Июнь – август	Нв	9	8	8	11	4	13	14	7	14	13
	(N_{00-12})/Р	4/44	2/25	2/25	4/36	1/25	2/15	5/36	0/0	3/21	4/31

Примечание. Нв – общее количество волн за весь период исследования; N_{00-12} – количество волн за период 2000–2012 гг.; Р – повторяемость волн за период 2000–2012 гг. относительно общего числа волн на станции, %.

должительность и интенсивность (I). Интенсивность волны, опираясь на [8], представлялась градациями: умеренная $I < 2,0 \times \sigma$; сильная — $2,0 \times \sigma \leq I < 2,5 \times \sigma$; очень сильная $I \geq 2,5 \times \sigma$, полученные результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2
Повторяемость волн тепла (количество случаев)
по градациям интенсивности и продолжительности

Станция	Интенсивность	Продолжительность, дни					
		5	6	7	8	9	10 и более
Александровское	Умеренная	4	1	1	1		1
	Сильная	7	6				2
	Очень сильная						
В.-Кынак	Умеренная	2	1		1		
	Сильная	6	2	2			1
	Очень сильная	1	2				
Напас	Умеренная	9	1	2	1		
	Сильная	4	3	1	1		1
	Очень сильная	1	1				
С. Васюган	Умеренная	7	4	2			2
	Сильная	4	4	1		1	2
	Очень сильная			1			1
У.-Озерное	Умеренная	3	3		1		1
	Сильная		1	1			
	Очень сильная		1			1	
Колпашево	Умеренная	4	3	5	1		2
	Сильная	8	2	1			1
	Очень сильная	2	1	1			
Пудино	Умеренная	8	3	3	1		2
	Сильная	9				1	
	Очень сильная					1	1
Бакчар	Умеренная	10	1	2			
	Сильная	4			1		1
	Очень сильная						
Первомайское	Умеренная	7	3	1			1
	Сильная	2	1		2		
	Очень сильная	1	1		1		
Томск	Умеренная	6	4	2	1		
	Сильная	2	2		2		
	Очень сильная	1				1	

Выявлено, что на территории области наибольшая повторяемость у волн тепла продолжительностью 5–7 дней. Их суммарная повторяемость составляет 76 % от общего числа волн. При этом на волны продолжительностью 5 дней приходится около 31 %, 6 дней — 14 % и 7 дней — 30 %. Интенсивность большей части волн фиксировалась в градации «умеренная». Усиление интенсивности происходит на севере и западе области (Александровское, С. Васюган, Напас и В.-Кынак). Очень сильные превышения среднесуточной температуры воздуха относительно своего среднего многолетнего значения ($I \geq 2,5 \times \sigma$) являются редким событием (от полного отсутствия на станции до 4 волн). Фактическая максимальная продолжительность волн тепла составляет от 9 до 23 дней (табл. 3), наиболее длительные волны характерны для северной части области.

Расчетная обеспеченность подобной продолжительности на севере территории составляет менее 1 %, что соответствует вероятности повторения подобного явления с частотой один раз в 100–300 лет.

Известно, что от избытка тепла возникает дискомфортное состояние организма человека, которое принято оценивать с помощью биометеорологических индексов, а также отдельных метеорологических элементов, например таких, как максимальная суточная температура воздуха. Реакция на тепловое воздействие окружающего воздуха может проявляться мгновенно или пролонгированно, а продолжаться в течение часов, суток, нескольких дней либо более длительного периода.

Ниже приводятся данные о повторяемости волн тепла, в течение которых средняя максимальная суточная температура воздуха превышала пороговое значение (табл. 4). В качестве порогового значения были использованы средние максимальные температуры воздуха на станциях по данным Научно-прикладного справочника [10].

Анализ этих данных показывает, что наибольшая повторяемость волн тепла с превышением среднего абсолютного максимума приходится на май и сентябрь. Отметим, что 77 % от общего числа волн с

Таблица 3
Вероятностные характеристики продолжительности волн тепла

Станция	Возможная один раз в 100 лет (расчетная обеспеченность 1 %), дни	Фактическая максимальная продолжительность, дни	Обеспеченность фактической максимальной продолжительности, %	Обеспеченность фактической максимальной продолжительности, раз в N лет, лет
Александровское	18	23	0,3	300
В.-Кынак	18	22	0,3	300
Напас	17	22	0,3	300
С. Васюган	19	22	0,6	200
У.-Озерное	19	18	1,0	100
Колпашево	17	14	1,0	100
Пудино	17	10	2,0	50
Бакчар	16	10	2,0	50
Первомайское	17	15	1,0	100
Томск	17	9	2,0	50

Таблица 4

Повторяемость волн тепла (Nв, количество случаев) с превышением среднего абсолютного максимума температуры воздуха ($T_{\text{макс}}$, °C)

Станция	Параметр	Месяц				
		Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
Александровское	$T_{\text{макс}}$	25	29	30	26	22
	Nв	5	2	—	4	4
	Годы	1989, 1993, 2002, 2004, 2012	2003, 2009		1973, 1988, 1995, 2001	1966, 1982, 1984, 2011
В.-Кынак	$T_{\text{макс}}$	25	29	30	26	22
	Nв	3	2	1	2	2
	Годы	1993, 2004, 2012	1966, 1984	2012	1982, 2001	1966, 1984
Напас	$T_{\text{макс}}$	25	30	31	27	22
	Nв	4	—	1	2	4
	Годы	1987, 1993, 2004, 2012		2012	1988, 1995	1966, 1976, 1984, 2006
С. Васюган	$T_{\text{макс}}$	26	30	31	28	23
	Nв	5	1	3	3	5
	Годы	1989, 1991, 1992, 2004, 2012	2009	1966, 1969, 2012	1988, 1998, 2001	1966, 1982, 2006, 2011
У.-Озерное	$T_{\text{макс}}$	26	31	32	28	22
	Nв	2	—	—	2	1
	Годы	1992, 2012			1982, 2001	2012
Колпашево	$T_{\text{макс}}$	26	30	30	27	23
	Nв	6	1	1	1	3
	Годы	1965, 1977, 1990, 1998, 2004, 2011	1976	2007	1988	1984, 1988, 2012
Пудино	$T_{\text{макс}}$	27	31	31	28	24
	Nв	4	2	2	3	3
	Годы	1965, 1993, 2004, 2012	1976, 1983	1968, 1989	1987, 1995, 1998	1984, 1988, 2006
Бакчар	$T_{\text{макс}}$	27	31	31	28	24
	Nв	2	3	1	1	4
	Годы	1990, 1992	1969, 1976, 1994	1989	1998	1984, 1988, 2006, 2012
Первомайское	$T_{\text{макс}}$	27	31	31	29	24
	Nв	4	1	2	1	1
	Годы	1989, 1992, 2004, 2011	1976	1989, 1995	1982	2012
Томск	$T_{\text{макс}}$	27	31	31	28	24
	Nв	3	1	1	3	1
	Годы	1977, 1990, 1998	1976	2012	1982, 1992, 1998	2006

превышением рассматриваемого критерия на всей территории Томской области приходится на период с 1980 года до настоящего времени. Количество волн в наиболее теплое десятилетие (с 2000 г.) для всей территории области составило 35 %, при этом на севере области (от ст. Александровское до ст. Колпашево, см. табл. 3) количество этих волн составляет 41 %, в южной части области — 23 %. Наибольший вклад в это долевое соотношение внесли погодные условия теплого периода 2012 года, подробное описание которых представлено в [11]. Сложившиеся в этот период погодные условия обусловили формирование сильной атмосферной засухи в сочетании с почвенной, обеспечившей перегрев подстилающей поверхности и способствовавшей возникновению лесных пожаров (518 очагов на общей площади более 100 тыс. га).

Негативные последствия пожаров для здоровья очевидны — загрязнение атмосферного воздуха продуктами горения приводит к обострению хронических заболеваний органов дыхания.

Обсуждение результатов

Таким образом, наиболее часто за летний период превышения рассматриваемых критериев были зафиксированы в июне и августе. Выявленные показатели и тенденции проявления волн тепла указывают на возможность в предстоящие годы учащения случаев ухудшения самочувствия людей, повсеместный рост потребления электроэнергии при использовании энергоёмких приборов, контролирующих микроклимат рабочих помещений, которые нередко приводят к нарушению жизнедеятельности населения.

При установлении экстремального температурного режима следует ожидать увеличения числа лесных пожаров и ухудшения в целом экологической обстановки в прилегающих к месту возгораний территориях. Все эти факторы могут привести к большому экономическим потерям для региона.

Температурное биоклиматическое описание статистически выявленных температурных волн хорошо согласуется с применяемыми в среднесрочных прогнозах погоды (до 10 суток) показателями, в частности с термином «экстремальная аномалия» — превышение среднесуточной температуры воздуха относительно своего среднего многолетнего значения более чем в $1,25 \times \sigma$. В терминологии погодных процессов некоторым аналогом может служить понятие «аномально теплая погода» — превышение среднесуточной температуры воздуха относительно своего среднего многолетнего значения более чем на 7°C [9].

Исследование было выполнено в рамках государственного задания Министерства образования и науки РФ (№ 5.628.2014/К, № 2282).

Список литературы

1. Анисимов О. А., Израэль Ю. А. Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. М. : Изд-во «ИГ-СОЦИН», 2008. 288 с.
2. Аномальное лето 2010 года в контексте общих изменений климата и его аномалий / И. И. Мохов // Материалы совместного заседания Президиума Научно-технического совета Росгидромета и Научного совета Российской академии наук «Исследования по теории климата Земли». М. : Трида Лтд, 2011. С. 41–48.
3. Волкова М. А., Кусков А. И., Чередыко Н. Н. Пространственно-временная структура атмосферных осадков в Западной Сибири // Вестник Томского государственного университета. 2009. № 328. С. 214–219.
4. Груза Г. В., Ранькова Э. Я. Наблюдаемые и ожидаемые изменения климата России: температура воздуха. Обнинск : Изд-во ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД», 2012. 194 с.
5. Гудков А. Б., Попова О. Н., Лукманова Н. Б. Эколого-физиологическая характеристика климатических факторов севера // Экология человека. 2012. № 1. С. 12–17.
6. Гудков А. Б., Попова О. Н., Небученных А. А. Новосёлы на Европейском Севере. Физиолого-гигиенические аспекты : монография. Архангельск : Изд-во СГМУ, 2012. 285 с.
7. Дёгтева Г. Н., Дмитриев В. Г., Сидоров П. И. Сведения о работах по направлению «Проблемы здравоохранения и социального развития Арктической зоны России» // Проблемы здравоохранения и социального развития Арктической зоны России. М. : Paulsen, 2011. С. 3–8.
8. Клещенко Л. К. Волны тепла и холода на территории России // Сборник трудов ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД». 2010. № 175. С. 76–91.
9. Наставление по краткосрочным прогнозам погоды общего назначения. Обнинск : Изд-во «ИГ-СОЦИН», 2009. 50 с.
10. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Многолетние данные. СПб. : Гидрометеиздат, 1993. 720 с.
11. Поляков Д. В., Баращикова Н. К., Кузевская И. В. Погодно-климатическая характеристика аномального лета 2012 г. на территории Томской области // Метеорология и гидрология. 2014. № 1. С. 38–47.
12. Ревич Б. А., Шапошников Д. А. Изменение климата, волны жары и холода как факторы риска повышенной смертности населения в некоторых регионах России // Терапевтический архив. 2012. № 1. С. 122–139.
13. Ревич Б. А. Изменение здоровья населения России в условиях меняющегося климата // Проблемы прогнозирования. 2008. № 3. С. 140–150.
14. Ревич Б. А. О необходимости защиты здоровья населения от климатических изменений // Гигиена и санитария. 2009. № 5. С. 60–64.
15. Российский гидрометеорологический портал: Электронная база метеорологических данных международного обмена ВНИИГМИ-МЦД. URL: <http://www.meteoinfo.ru> (дата обращения: 20.08.2013).
16. Хаснулин В. И., Хаснулина А. В. Психоэмоциональный стресс и метеореакция как системные проявления дизадаптации человека в условиях изменения климата на Севере России // Экология человека. 2012. № 8. С. 3–7.
17. Хаснулин В. И., Хаснулин П. В. Современные представления о механизмах формирования северного стресса у человека в высоких широтах // Экология человека. 2012. № 1. С. 3–11.
18. Чашин В. П., Гудков А. Б., Попова О. Н., Одланд Ю. О., Ковшов А. А. Характеристика основных факторов риска нарушений здоровья населения, проживающего на территориях активного природопользования в Арктике // Экология человека. 2014. № 1. С. 3–12.
19. Parry M., Canziani O., Palutikof J. Climate Change 2007. Impacts, Adaptation and Vulnerability // Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Chapter 8. Cambridge University Press, 2007. P. 396–405.
20. Stocker T., Qin Dahe, Plattner G.-K. Climate Change 2013: The Physical Science Basis // Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Chapter 1. Cambridge University Press, 2013. P. 130–136.

References

1. Anisimov O. A., Izrael' Yu. A. *Otsenochnyi doklad ob izmeneniyakh klimata i ikh posledstviyakh na territorii Rossiiskoi Federatsii* [Assessment Report on Climate Change and Its Consequences in Russian Federation]. Moscow, 2008, 288 p.
2. Anomal'noe leto 2010 goda v kontekste obshchikh izmenenii klimata i ego anomalii [Anomalous summer of 2010 in the context of the overall climate change and its anomalies]. Mokhov I. I. In: *Materialy sovmestnogo zasedaniya Prezidiuma Nauchno-tehnicheskogo soveta Rosgidrometa i Nauchnogo soveta Rossiiskoi akademii nauk «Issledovaniya po teorii klimata Zemli»* [Proceedings of Joint Meeting of Presidium of Scientific and Technical Council of Roshydromet and Scientific Council of Russian Academy of Sciences "Research of the Earth Climate Theory"]. Moscow, Triada Ltd Publ., 2011, pp. 41-48.
3. Volkova M. A., Kuskov A. I., Chered'ko N. N. Spatio-temporal structure of atmospheric precipitation in Western Siberia. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta* [Tomsk State University Bulletin]. 2009, 328, pp. 214-219. [in Russian]

4. Gruza G. V., Ran'kova E. Ya. *Nablyudaemye i ozhidaemye izmeneniya klimata Rossii: temperatura vozdukha* [The observed and expected changes in climate in Russia: air temperature]. Obninsk, 2012, 194 p.

5. Gudkov A. B., Popova O. N., Lukmanova N. B. Ecological-Physiological Characteristic of Northern Climatic Factors. Literature review. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2012, 1, pp. 12-17. [in Russian]

6. Gudkov A. B., Popova O. N., Nebuchennykh A. A. *Novosely na Evropeyskom Severe. Fiziologo-gigienicheskie aspekty* [Settlers in the European North. Physiological and hygienic aspects]. Arkhangelsk, 2012, 285 p.

7. Degteva G. N., Dmitriev V. G., Sidorov P. I. Svedeniya o rabotakh po napravleniyu «Problemy zdravookhraneniya i sotsial'nogo razvitiya Arkticheskoi zony Rossii» [Information about studies in trend "Problems of Healthcare and Social Development of Russian Arctic Zone"]. In: *Problemy zdravookhraneniya i sotsial'nogo razvitiya Arkticheskoy zony Rossii* [Problems of healthcare and social development in Russian Arctic Zone]. Moscow, 2011, pp. 3-8.

8. Kleshchenko L. K. Volny tepla i kholoda na territorii Rossii [Waves of heat and cold in Russia]. In: *Sbornik trudov FGBU «VNIIGMI-MTsD»* [Proceedings of the RIHMI-WDC]. 2010, 175, pp. 76-91.

9. *Nastavlenie po kratkosrochnym prognozam pogody obshchego naznacheniya* [Manual on short-term general purpose weather forecasts]. Obninsk, 2009, 50 p.

10. *Nauchno-prikladnoy spravochnik po klimatu SSSR. Mnogoletnie dannye* [Scientific and Applied Climate Handbook. Long-term data]. Saint Petersburg, Gidrometeoizdat, 1993, 720 p.

11. Polyakov D. V., Barashkova N. K., Kuzhevskaya I. V. Weather and climate description of anomalous summer 2012 in Tomsk region *Meteorologiya i gidrologiya* [Meteorology and Hydrology]. 2014, 1, pp. 38-47. [in Russian]

12. Revich B. A., Shaposhnikov D. A. Climate change, heat waves, and cold spells as risk factors for increased mortality in some regions of Russia *Problemy prognozirovaniya* [Problems of forecasting] 2012, 2, pp. 122-139. [in Russian]

13. Revich B. A. Changing the health of the Russian population under climate change. *Problemy prognozirovaniya* [Problems of forecasting]. 2008, 3, pp. 140-150. [in Russian]

14. Revich B. A. The need for human health protection

from climate changes. *Gigiena i sanitariia*. 2009, 5, pp. 60-64. [in Russian]

15. *Rossiiskii gidrometeorologicheskii portal: Elektronnaya baza meteorologicheskikh dannykh mezhdunarodnogo obmena VNIIGMTsD* [Russian Hydrometeorological portal: Electronic database of meteorological Data for international exchange RIHMI-WDC World Data Center]. Available at: URL: <http://www.meteoinfo.ru> (accessed 20 Aug. 2013).

16. Khasnulin V. I., Khasnulina A. V. Psycho-Emotional Stress and Meteoreaction as Systemic Manifestations of Human Disadaptation under Changing Climatic Conditions in the North of Russia. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2012, 8, pp. 3-7. [in Russian]

17. Khasnulin V. I., Khasnulin P. V. Modern Concepts of the Mechanisms Forming Northern Stress in Humans in High Latitudes. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2012, 1, pp. 3-11. [in Russian]

18. Chashhin V. P., Gudkov A. B., Popova O. N., Odland Ju. O., Kovshov A. A. Description of main health deterioration risk factors for population living on territories of active natural management in the Arctic. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2014, 1, pp. 3-12. [in Russian]

19. Parry M., Canziani O., Palutikof J. Climate Change 2007. Impacts, Adaptation and Vulnerability. *Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Chap. 8. Cambridge University Press, 2007, pp. 396-405.

20. Stocker T., Qin Dahe, Plattner G.-K. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. *Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Chap. 1. Cambridge University Press, 2013, pp. 130-136.

Контактная информация:

Кузевская Ирина Валерьевна — кандидат географических наук, доцент кафедры метеорологии и климатологии Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет»

Адрес: 634050, г. Томск, пр. Ленина, д. 36

E-mail: ivk@ggf.tsu.ru