ИЗВЕСТИЯ РАН. СЕРИЯ ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ, 2014, № 1, с. 47–55

ПРИРОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ И ДИНАМИКА ГЕОСИСТЕМ

УДК 551.583

ВОЛНЫ ТЕПЛА НА ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ В НАЧАЛЕ XXI ВЕКА*

© 2014 г. В.В. Виноградова

Институт географии РАН

Поступила в редакцию 26.11.2012 г.

В последнее десятилетие возрастает повторяемость аномально жаркой летней погоды на Европейской территории России. Повышение летней температуры связано с увеличением частоты волн тепла, вызванных адвекцией сухого жаркого тропического воздуха или трансформацией умеренных воздушных масс в результате их длительного стационирования на данной территории. Такие ситуации обусловлены блокированием западного переноса на Европейской территории России. С волнами тепла тесно связаны такие опасные явления, как засухи, пожары, потери урожая, увеличение заболеваемости и смертности населения. В статье приводится оценка изменения тепловых нагрузок на человека с использованием различных характеристик волн тепла и градиентов температуры. Определены основные тенденции изменения тепловых нагрузок на человека на Европейской территории России за последнее десятилетие в связи с изменением положения Полярного фронта в летний период.

Введение. Потепление климата сопровождается возрастанием числа экстремальных климатических событий, в частности, на европейской территории России. По данным Росгидромета в последнее десятилетие значительно возросло среднее число опасных гидрометеорологических явлений со значительным экономическим и социальным ущербом [17]. За 2006–2010 гг. и в предыдущие пять лет (2001–2005 гг.) число опасных явлений было соответственно в 2.3 и 1.6 раза больше, чем в 1996–2000 гг. Увеличилось число жарких дней, тепловых волн, интенсивных осадков, засух, пожаров и сильных ветров [9]. Современное потепление климата сопровождается увеличением числа дней с экстремально высокой температурой, то есть увеличением числа волн тепла [12].

Под волнами тепла подразумевается устойчивая, продолжительная жаркая погода. Она часто вызывает увеличение смертности и заболеваемости сердечно-сосудистыми заболеваниями. К группам наибольшего риска относятся дети младшего возраста, люди пенсионного возраста, лица, профессиональная деятельность которых связана с пребыванием на открытом воздухе, и лица с низким уровнем доходов, для которых адаптационные возможности (например, использование кондиционеров) малодоступны. Данные более 50 европейских исследований смертности населения в периоды летней жары показали, что наиболее высоки показатели смертности были среди пожилых людей, страдающих хроническими заболеваниями сердечно-сосудистой системы, органов дыхания, диабетом, госпитализированных лиц, людей, проживающих на верхних этажах, людей, проживающих в городах (по сравнению с пригородом). Летом 2003 г. в Западной и Центральной Европе в результате экстремальной жары погибли, по различным оценкам, от 27 до 40 тыс. человек [8].

На европейской территории России значительные по температуре и продолжительности волны тепла отмечались в 2001, 2002, 2007 и 2010 годах. Особенно значительной по площади, продолжительности и последствиям была температурная аномалия 2010 г. Она была связана с очень длительным – около двух месяцев – блокированием западного переноса в тропосфере средних широт Северного полушария [7]. Летом 2010 г. на Европейской территории России были превышены абсолютные максимумы температуры воздуха почти по всем станциям. Экстремально высокие значения абсолютного максимума были достигнуты в августе в Пензе (41.0 °С), Орле и Ряза-

*Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 10-05-00407).

ни (39.5 °C), в Курске (38.8 °C), а также в июле 2010 г. в Москве, ВДНХ (38.2 °C) и Саратове (41.1 °C) [6]. Спутниковый мониторинг подтверждает, что причиной аномально жаркого лета в России послужило сочетание нескольких мощных природных факторов: Эль-Ниньо 2009 г., а также потепление Арктики и обратный процесс в Антарктиде оказали влияние на межполушарные атмосферные колебания и изменили привычную структуру общей циркуляции атмосферы. Эль-Ниньо 2009 г. совместно с атмосферным колебанием между Северным и Южным полушариями привело к смещению на север Экваториальной депрессии и Азиатского антициклона, за чем последовала необычно долгая блокировка западного зонального переноса умеренных широт на границе Азиатского антициклона, оказавшаяся гораздо западнее и севернее, чем обычно [1].

Поскольку согласно модельным оценкам, при глобальном потеплении следует ожидать увеличение в первую половину года над континентами количества блокингов, их общей продолжительности, среднего времени жизни и интенсивности [7] можно ожидать дальнейшее увеличение количества волн на Европейской территории России.

Представляет также интерес исследование изменения количества волн тепла на Европейской территории России, в связи с динамикой положения Полярного фронта на этой территории в летний период. С его размещением связано изменение горизонтальных градиентов температуры [3−5]. Совместный анализ градиентов июльских значений температуры воздуха и волн тепла позволяет выявить циркуляционные особенности, способствующие возникновению волн тепла.

Материалы и методика. Важным фактором, влияющим на условия жизни человека, является повторяемость волн тепла. Обычно под волнами тепла понимают длительный период чрезмерно жаркой погоды, которая может сопровождаться высокой влажностью. Этот термин чаще всего используется в сравнении с обычными климатическими условиями в данном регионе.

Существует несколько определений волн тепла. Так, Всемирная метеорологическая организация (ВМО) определяет волну тепла как период, когда ежедневная максимальная температура больше чем в течение пяти последовательных дней превышает среднюю максимальную температуру воздуха на 5 °C (9 °F) по сравнению с нормой 1961−1990 [14]. А.Т. Бароуз в 1900 г. определил волну тепла как период в три или более дня в каждый, из которых максимальная температура достигает или превышает 32 °C (90 °F). Американский Метеорологический словарь называет волной тепла период с аномально жаркой и чаще всего влажной погодой. Чтобы быть волной тепла, период должен продолжаться по крайней мере один день, но обычно он длится от нескольких дней до нескольких недель [16]. В странах северной Европы под волной тепла понимают период длительностью, по крайней мере, пяти последовательных дней, когда максимальная температура превышает 25 °C (77 °F) при условии, что, по крайней мере, в течение трех дней за этот период максимальная температура была выше 30 °C (86 °F).

Для исследования использовались суточные данные 136 метеостанций, расположенных на европейской территории России за 2000−2010 гг. [15]. По данным этих метеостанций были рассчитаны характеристики волн тепла. Были выбраны наиболее характерные для данного региона параметры этих волн: температура выше 30 °C, превышение которой в течение 5 дней и более можно считать волной тепла для всей европейской территории России, а также волны тепла по определению, рекомендованному ВМО, как наиболее универсальному для любых территорий, и волны тепла по определению А.Т. Бароуза, которое более применимо для южных районов. Для летних месяцев (май–сентябрь) были рассчитаны:

– число дней с максимальной температурой воздуха выше 30 °C за май–сентябрь;

– число дней с температурой выше 30 °C в течение 5 дней подряд и более;

– число дней с температурой выше 30° C за июль–август;

– число дней с температурой на 5° C выше средней максимальной температуры воздуха в течение пяти дней подряд и более;

– число дней с температурой выше 32 °C в течение трех дней подряд и более.

Также была рассчитана максимальная продолжительность и частота волн тепла за июль-август для каждой градации.

Результаты были представлены на картах для двух пятилетних периодов: 2001–2005 гг. и 2006–2010 гг.

Были построены графики изменения количества волн тепла на данной территории в широтном и меридиональном направлениях.

Для исследования волн тепла в связи с динамикой положения полярного фронта в летний период были рассчитаны горизонтальные градиенты температуры в июле для территории 42–68º с.ш. 20–60º в.д. Использовались данные метеостанций, проинтерполированные на сетку 1 × 1º. Для исследования изменений положения полярного фронта были выбраны следующие периоды осреднения: 2001–2005 годы и 2006–2010 годы.

Модуль температурного градиента ***Gt*** имеет размерность (градус Цельсия / 1 градус широты) и рассчитывался по формуле:

$$Gt = \sqrt{Gx^2 + Gy^2}, \text{ где}$$

$$Gy = (t_{i,j+1} + t_{t+1,j+1} - t_{i,j} - t_{i+1,j})/2 \ ,$$

$$Gx = (t_{i+1,j} + t_{t+1,j+1} - t_{i,j} - t_{i,j+1})/(2 * \cos\varphi)$$

Здесь i – индекс ячейки по долготе (увеличивается в восточном направлении), j – индекс ячейки по широте (увеличивается в северном направлении), φ – широта ячейки [5].

Затем были построены графики и карты распределения градиентов температуры воздуха для двух периодов: 2001–2005 гг. и 2006–2010 гг.

Основные результаты и их обсуждение. Волны тепла и их влияние на смертность и заболеваемость человека изучались в Греции, Португалии, Германии и Соединенных Штатах Америки, Польше. Все исследования указывают на влияние жары на заболевания системы кровообращения и общую смертность [10], на состояние физиологических реакций в организме человека. При повышении температуры кожи потовые железы активизируются, одновременно усиливается периферический кровоток, устраняющий избыток тепла. Это приводит к риску дегидратации, снижению артериального давления и увеличению частоты сердечных сокращений. Так, например, в Соединенных Штатах почти 45% жертв вызваны жаркой погодой [11].

На европейской территории России с конца XX в. происходило нарастание тепловых нагрузок, связанных с воздействием волн тепла как по продолжительности, так и по интенсивности [2]. Волны тепла теперь все чаще можно наблюдать не только на юге европейской России, а также в центре и на севере Русской равнины.

Число дней с температурой выше 32 °С. На европейской территории России в начале века возрастало среднее число дней с температурой выше 32 °С в течение трех дней подряд и более. В начале десятилетия (2001–2005 гг.) в июле-августе отмечалось 2–4 волны тепла на юге до 1–1.5 волн тепла в центральных областях России, а на севере волны тепла не отмечались. Во второе пятилетие (2006–2010 гг.) на всей территории происходит увеличение числа волн тепла, особенно в южной (до 4–5 волн тепла) и центральной части территории (до 1.5–2 волн тепла). На рис. 1 показано изменение количества волн тепла во вторую пятилетку по сравнению с первой. Практически на всей территории, кроме северных районов, заметно увеличение волн тепла, особенно на юге и в центральных районах.

Максимальная продолжительность волн тепла возрастала от начала к концу десятилетия. Наибольшее увеличение отмечалась в Центрально-Черноземных областях, в Поволжье и на юге Европейской части России. В этих районах продолжительность волн тепла возросла на 20–30 дней, а в Центральных областях и на северо-западе на 5–10 дней (табл. 1). При этом следует отметить, что рост продолжительности волн тепла во второе пятилетие тесно связан с аномальной жарой 2010 г., поскольку в 2001–2009 гг. она составляла на юге территории 12–20 дней [2], а в 2006–2010 гг. – уже 25–35 дней.

В табл. 1 приведено изменение количества и продолжительности волн тепла по Бароузу и среднего числа дней с температурой выше 32 °С

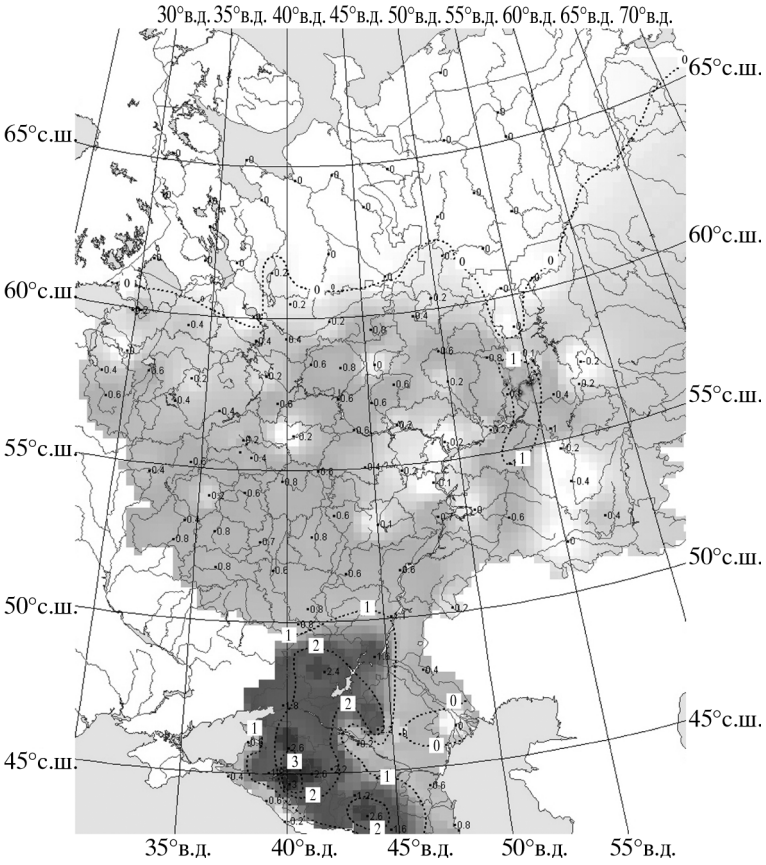

Рис. 1. Карта Изменения волн тепла по Бароузу (температура выше 32 °С три дня подряд и более) в июле–августе в 2006–2010 гг. по сравнению с 2001–2005 гг.

Таблица. 1. Количество волн тепла (по А.Т. Бароузу) на Европейской территории России.

Станция	Количество волн тепла T > 32 °C (3 дня и более) (июль-август)			Максимальная продолжительность волн тепла (июль-август)			Среднее число дней с T > 32 °C за май–сентябрь		
	2001–2005	2006–2010	разность 2006–2010 и 2001–2005	2001–2005	2006–2010	разность 2006–2010 и 2001–2005	2001–2005	2006–2010	разность 2006–2010 и 2001–2005
Архангельск	0.0	0.0	0.0	2.0	2.0	0.0	0.2	0.2	0.0
Санкт-Петербург	0.0	0.6	0.6	1.0	5.0	4.0	0.0	0.8	0.7
Псков	0.2	0.6	0.4	3.0	7.0	4.0	0.2	0.9	0.7
Брянск	0.2	0.6	0.4	4.0	17.0	13.0	0.4	1.7	1.2
Череповец	0.2	0.6	0.4	4.0	6.0	2.0	0.2	0.8	0.6
Киров	0.0	0.6	0.6	2.0	8.0	6.0	0.2	0.8	0.6
Нижний Новгород	0.2	0.8	0.6	3.0	24.0	21.0	0.3	2.2	2.0
Москва	0.2	0.8	0.6	3.0	10.0	7.0	0.3	1.4	1.1
Тула	0.4	1.0	0.6	4.0	15.0	11.0	0.4	1.9	1.5
Рязань	0.2	1.0	0.8	5.0	12.0	7.0	0.4	2.0	1.6
Елец	0.8	1.5	0.7	6.0	35.0	29.0	1.0	3.3	2.3
Тамбов	0.6	1.4	0.8	5.0	31.0	26.0	0.8	3.9	3.1
Пенза	1.4	1.5	0.1	5.0	26.0	21.0	1.2	3.2	2.0
Самара	0.8	1.0	0.2	5.0	24.0	19.0	1.3	3.5	2.2
Курск	0.4	1.2	0.8	5.0	19.0	14.0	0.4	2.8	2.4
Воронеж	0.8	1.4	0.6	7.0	34.0	27.0	1.1	4.1	3.0
Саратов	1.2	1.8	0.6	7.0	25.0	18.0	1.7	4.9	3.2
Волгоград	2.6	4.2	1.6	11.0	35.0	24.0	3.5	8.6	5.1
Ростов-на-Дону	2.0	3.8	1.8	17.0	25.0	8.0	3.2	7.6	4.4
Элиста	3.0	5.2	2.2	20.0	25.0	5.0	7.3	11.7	4.4
Астрахань	3.8	3.8	0.0	14.0	35.0	21.0	6.8	11.4	4.6
Краснодар	2.4	4.2	1.8	22.0	24.0	2.0	4.2	8.2	3.9
Ставрополь	1.6	3.8	2.2	12.0	22.0	10.0	2.4	5.8	3.4
Оренбург	2.2	2.2	0.0	8.0	25.0	17.0	3.4	7.4	4.0
Минеральные Воды	2.4	3.6	1.2	15.0	23.0	8.0	4.1	8.4	4.3
Нальчик	0.0	2.6	2.6	2.0	12.0	10.0	0.4	4.3	3.9
Владикавказ	0.4	2.0	1.6	5.0	9.0	4.0	0.7	2.8	2.1
Махачкала	0.6	1.4	0.8	5.0	4.0	–1.0	1.3	2.9	1.6

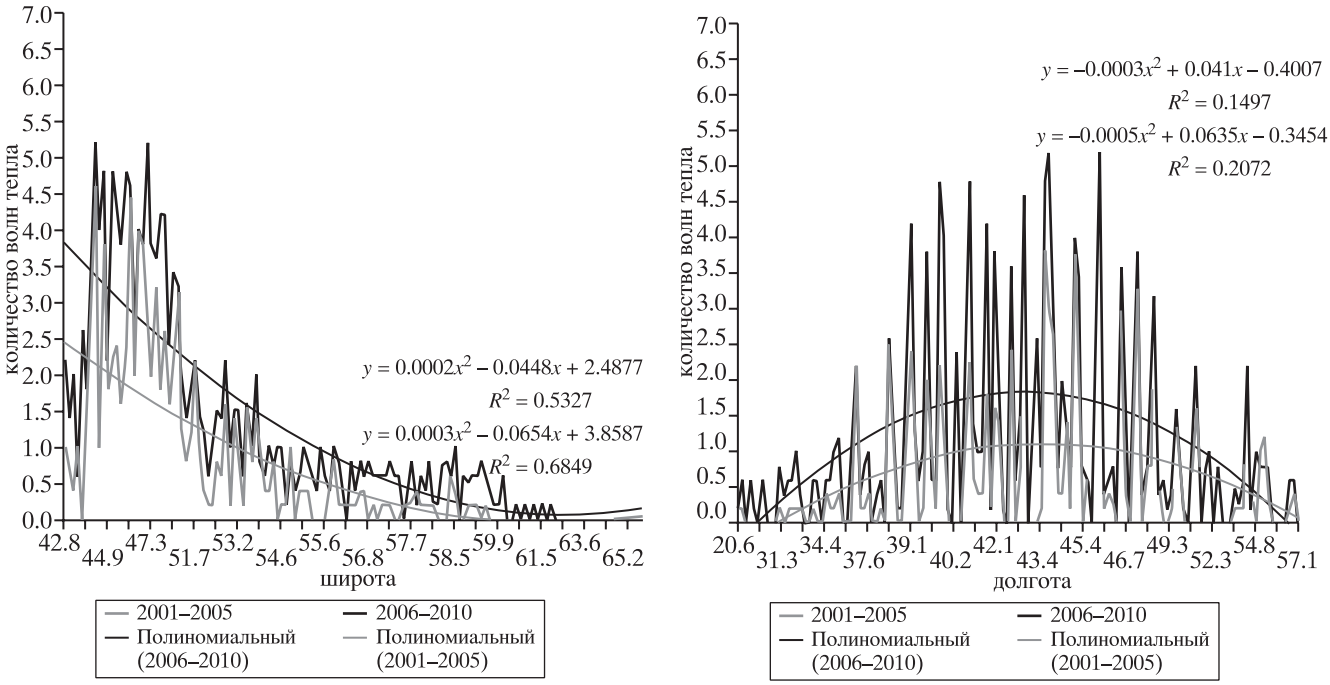

Рис. 2. Среднее число волн тепла (T > 32 °C в течение трех дней подряд и более) июль-август.

за май-сентябрь для первой и второй половины первого десятилетия XXI в. Среднее число дней с температурой 32 °C возрастает во вторую пятилетку на всей территории, за исключением самого севера. При этом наибольшее увеличение (на 2–5) дней отмечается на юго-востоке изучаемой территории.

Области наибольшей концентрации волн тепла показаны на графиках изменения количества волн тепла в зависимости от широты (*а*) и долготы (*б*), построенных для двух рассматриваемых периодов (рис. 2). На рисунке видно, что в середине лета наибольшее число волн тепла отмечается между 44° и 52° с.ш. и между 37° и 52° в.д., то есть на юге России и в Нижнем Поволжье. При этом во второй период возрастает количество волн тепла, а область их распространения расширяется до 60° с.ш. В работе [18] также подтверждается, что Российский сектор волны тепла располагается между 35° и 45° в.д. с эпицентром в центральной части ЕТР и характеризуется сочетанием антициклонической аномалии и положительной аномалии температуры, доходящей до 4°C.

Число дней с температурой выше 30 °C. Анализ карты числа дней с температурой воздуха выше 30°C в июле-августе показывает, что во второй период (2006–2010 гг.) значительно возрастает число дней с температурой, превышающей это значение. В начале десятилетия максимальные значения этого параметра отмечались на юге европейской территории и достигали 15–28 дней, а в Астраханской области и в Калмыкии до 45 дней. Во второй половине десятилетия территория, на которой температура воздуха часто превышает отметку 30 °C существенно расширяется до 55–56° с.ш. Так, на юге число дней с температурой выше 30 °C возрастает до 30–50 дней, в центральных областях до 10–15 дней, а на севере до 3–7 дней. Наибольший рост (10–15 дней) наблюдался в Центрально-Черноземном районе в Среднем Поволжье и в Ростовской области. В более южных областях рост был не такой значительный, но этот показатель здесь и так уже был очень высокий (рис. 3).

Максимальная продолжительность периода с температурой выше 30 °C тоже возрастает во второй половине десятилетия. В 2001–2005 гг. максимальная продолжительность периода с такой температурой составляла 3–5 дней на севере и северо-западе, 5–7 дней в центральной части и 20–30 дней на юге европейской территории России. Причем наибольшие значения в этот период отмечаются в широтной полосе 44–50° с.ш. Во второй период диапазон максимальных значений существенно расширяется, как по времени, так и в пространстве. Эта область значительно расширяется на север до 56–57° с.ш., а максимальная продолжительность периода с температурой выше 30 °C возрастает на 2–3 дня на северо-западе, в центре до 15–20 дней, а на юге до 25–50 дней. При этом

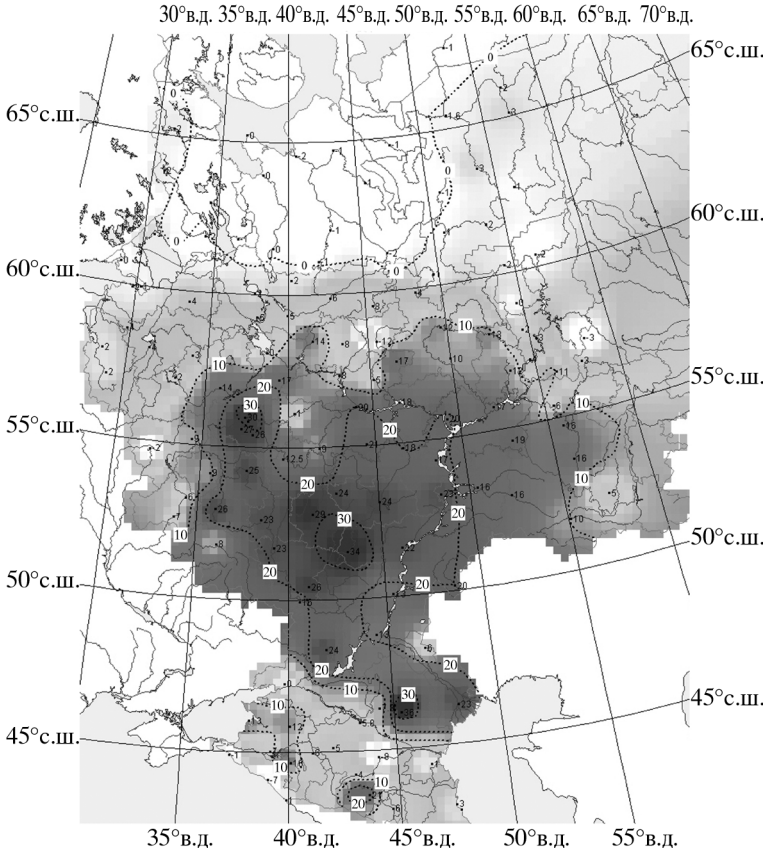

Рис. 3. Карта изменения максимального числа дней с температурой выше 30 °С в июле-августе в 2006–2010 гг. по сравнению с 2001–2005 гг.

наименьшее увеличение наблюдается на крайнем северо-западе и севернее 60° с.ш., что говорит о значительном влиянии аномалии 2010 г., которая на эти не распространялась.

Особого внимания заслуживает оценка **изменения частоты волн тепла** по Бароузу и температуре выше 30 °С на европейской территории России от начала к концу десятилетия. Эта оценка показывает, что практически на всей территории наблюдается рост частоты волн тепла от начала к концу десятилетия. Наибольшее увеличение частоты волн тепла с температурой выше 32 °С (на 0.8–1.5 волн/месяц) отмечается на юге Европейской территории, а волн тепла с температурой 30 °С (на 0.6–1 волн/месяц) – в центральных областях и на юге территории.

Число дней с температурой на 5 °С выше средней максимальной температуры воздуха течение 5 дней подряд и более. Это определение волны тепла лучше всего обосновано климатическими особенностями конкретного региона и поэтому является универсальным для любой территории. Карты среднего за первое пятилетие (2001–2005 гг.) числа дней с температурой на 5 °С выше средней максимальной температуры воздуха в течение пяти дней подряд и более, то есть карты среднего за десять лет количества волн тепла, по определению ВМО [14], показывают, что наибольшее число волн тепла отмечается не на юге Европейской части России, как это наблюдалось для характеристик волн тепла, связанных с определенными значениями температуры воздуха (более 32 °С или более 30 °С), а на северо-востоке региона. Здесь в июле и августе в среднем за пятилетие наблюдается 1–1.5 волны тепла. На юго-западе наблюдается до 0.6 волны тепла (табл. 2). В центральных областях и на юге региона число волн тепла незначительно, а на побережье Каспийского моря, в районе Махачкалы их вообще не было [2]. Это говорит о том, что тепловые нагрузки в этих регионах были близки к норме, а основное увеличение тепловых нагрузок наблюдалось в северо-восточной части региона. В 2006–2010 гг. происходит увеличение волн тепла, за исключением самого севера и самого юга (предгорий Кавказа) территории. Практически на всей территории от 43° до 60° с.ш. в среднем за пять лет наблюдается от 0.6 до 1 волны тепла. Наибольшее увеличение числа волн тепла происходит в центре Европейской России (табл. 2).

Максимальная продолжительность волн тепла в начале десятилетия отмечалась на северо-востоке (6–10 дней), а на остальной территории – 5–7 дней. Во второй половине десятилетия повсеместно, за исключением северо-запада наблюдается значительный рост продолжительности волн тепла, особенно сильный в центральных областях – на 10–25 дней (табл. 2). В южных областях рост продолжительности волн тепла был незначительным – порядка 2–5 дней.

В течение первого десятилетия XXI в. можно констатировать нарастание тепловых нагрузок от начала к концу десятилетия, связанных с увеличением продолжительности и интенсивности волн тепла. Особенно значительное увеличение количества, продолжительности и интенсивности волн тепла наблюдалось в центральных областях Европейской России, и было связано с положительной температурной аномалией летом 2010 г.

Изменение распределения волн тепла на европейской территории России связано особенностями циркуляции воздушных масс. Поэтому совместный анализ горизонтальных градиентов

Таблица 2. Количество волн тепла по ВМО (температура выше средней максимальной на 5 °С (5 дней и более)) на Европейской территории России**.**

Станция	Количество волн тепла (июль-август)			Максимальная продолжительность волн тепла (июль-август)		
	2001–2005 (I)	2006–2010 (II)	разность I и II	2001–2005 (I)	2006–2010 (II)	разность I и II
Архангельск	0.6	0.4	–0.2	11.0	11.0	0.0
Санкт-Петербург	0.4	0.6	0.2	7.0	7.0	0.0
Псков	0.4	0.8	0.4	8.0	7.0	–1.0
Брянск	0.4	0.8	0.4	6.0	11.0	5.0
Череповец	0.4	0.6	0.2	7.0	13.0	6.0
Киров	0.4	0.4	0.0	6.0	17.0	11.0
Нижний Новгород	0.0	0.8	0.8	4.0	26.0	22.0
Москва	0.4	0.6	0.2	6.0	31.0	25.0
Тула	0.2	0.8	0.6	6.0	19.0	13.0
Рязань	0.2	1.0	0.8	5.0	15.0	10.0
Елец	0.4	1.0	0.6	6.0	32.0	26.0
Тамбов	0.0	1.0	1.0	4.0	26.0	22.0
Пенза	0.0	0.8	0.8	4.0	26.0	22.0
Самара	0.2	1.0	0.8	5.0	15.0	10.0
Курск	0.6	1.2	0.6	7.0	19.0	12.0
Воронеж	0.2	0.6	0.4	5.0	32.0	27.0
Саратов	0.4	0.8	0.4	5.0	25.0	20.0
Волгоград	0.0	0.8	0.8	4.0	19.0	15.0
Ростов-на-Дону	0.6	1.0	0.4	9.0	24.0	15.0
Элиста	1.0	0.2	–0.8	7.0	9.0	2.0
Астрахань	0.4	1.4	1.0	7.0	17.0	10.0
Краснодар	0.0	0.2	0.2	4.0	9.0	5.0
Ставрополь	0.2	0.2	0.0	5.0	14.0	9.0
Оренбург	0.2	1.0	0.8	5.0	24.0	19.0
Минеральные Воды	0.0	0.2	0.2	2.0	6.0	4.0
Нальчик	0.0	0.2	0.2	0.0	5.0	5.0
Владикавказ	0.0	0.4	0.4	4.0	5.0	1.0
Махачкала	0.0	0.0	0.0	2.0	3.0	1.0

температуры и волн тепла позволяет определить циркуляционные предпосылки их формирования. Для этого были рассчитаны горизонтальные градиенты температуры в июле для территории 42–68º с.ш., 20–60º в.д., результаты которых были представлены на картах, построенных для двух периодов: 2001–2005 гг. и 2006–2010 гг. (рис. 4). Области увеличения горизонтальных градиентов температуры связаны с районами смены воздушных масс, т.е. размещением полярного фронта на европейской территории России [3–5].

В начале десятилетия область максимальных градиентов температуры расположена на юго-востоке территории в районе 51º с.ш. и связана с локализацией в этом районе климатического полярного фронта, разделяющего умеренные и тропические воздушные массы (рис. 4*а*). Поэтому в этот период максимальное количество волн тепла наблюдается на юге европейской территории России, а именно южнее 51–52º с.ш.

Во второй половине десятилетия поле горизонтальных градиентов температуры существенно меняется (рис. 4*б*). Зона максимальных горизонтальных градиентов температуры значительно расширяется. Область максимальных градиентов, связанная с полярным фронтом, смещается на 1º к северу и располагается теперь в районе 52º с.ш., расширяя территорию проникновения тропического воздуха. Помимо этого на востоке и северо-востоке возникает еще одна зона максимальных градиентов, по-видимому, связанная с ситуацией блокирования западного переноса европейской территории и увеличением контрастов температуры на границе этой зоны. В целом для этого периода характерна почти меридиональная ориентация области максимальных горизонтальных

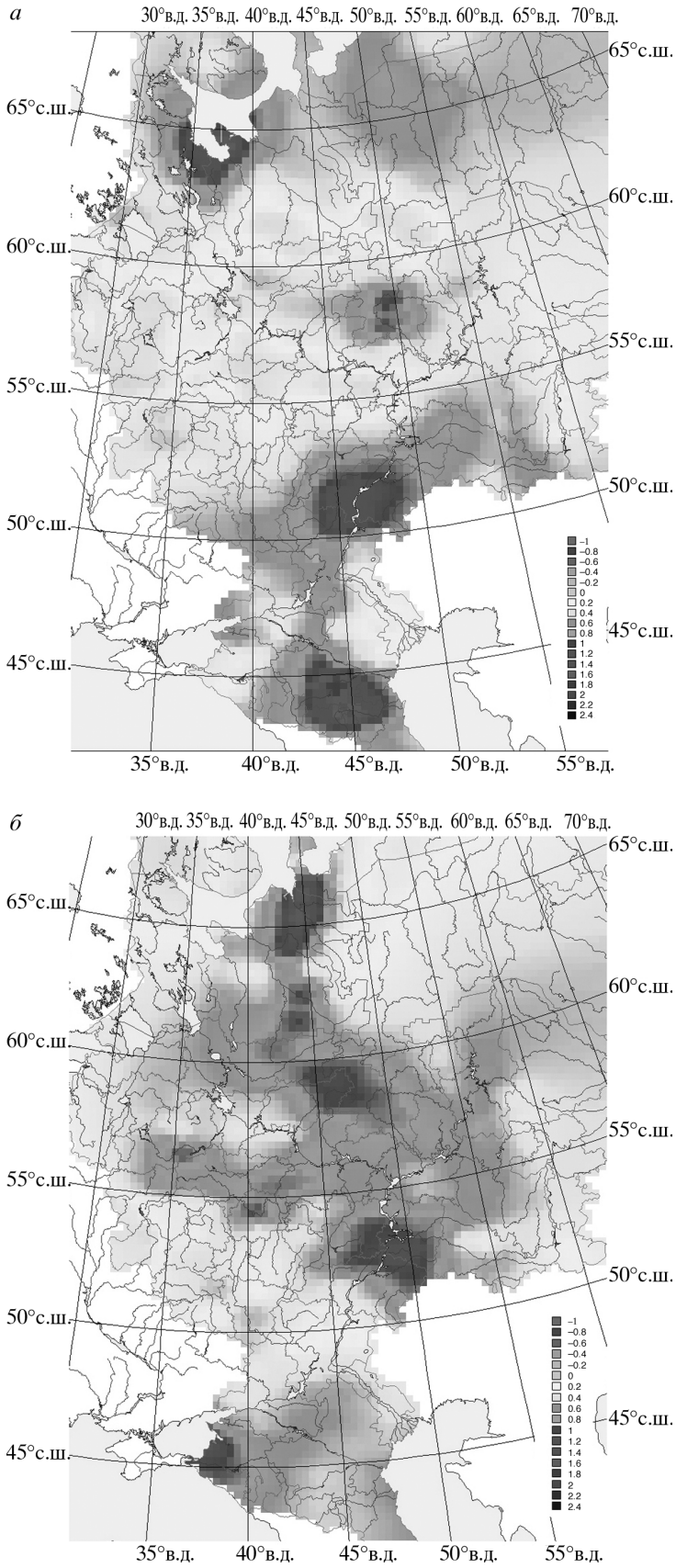

Рис. 4. Горизонтальный градиент температуры воздуха в июле (*а*) 2001–2005 гг.; (*б*) 2006–2010 гг.

градиентов температуры, связанная с преобладанием меридиональных процессов на ЕТР. Следствием этих процессов является значительное увеличение и распространение на север до 55–57º с.ш. волн тепла, которые возникали в результате адвекции тропического воздуха на Европейскую территорию или трансформации воздушных масс при их длительном стационировании на данной территории, при блокировании западного переноса.

Выводы

1. От начала к концу первого десятилетия XXI в. на Европейской территории России наблюдалось увеличение числа волн тепла по Бароузу (период, продолжительностью три дня или более в каждый, из которых максимальная температура достигает или превышает 32 °С), особенно в южной и центральной части территории. Среднее число дней с температурой выше 32 °С также увеличивалось на всей территории, за исключением самого севера. Максимальная продолжительность периода с температурой выше 30 °С тоже возрастало во второй половине десятилетия.

Наибольшее увеличение частоты волн тепла с температурой выше 32 °С отмечалось на юге ЕТР, а волн тепла с температурой выше 30 °С – в Центральных областях и на юге ЕТР.

2. В 2006–2010 гг. происходило увеличение количества и продолжительности волн тепла (по определению ВМО), за исключением самого севера и самого юга территории. Наибольшее увеличение числа и продолжительности волн тепла отмечалось в центре Европейской России. В южных областях рост продолжительности волн тепла был незначительным.

3. Резкое увеличение количества, продолжительности и интенсивности волн тепла, наблюдавшееся в центральных областях Европейской России во второй половине десятилетия было связано с положительной температурной аномалией летом 2010 г.

4. Распределения волн тепла на Европейской территории России связано с особенностями циркуляции. Для второй половины рассматриваемого периода характерна почти меридиональная ориентация области максимальных горизонтальных градиентов температуры, связанная с блокированием

западного переноса и преобладанием меридиональных процессов на ЕТР. Следствием этих процессов явилось значительное увеличение и распространение на север волн тепла.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Астафьева Н.М.* Возможные причины горячего лета // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2010. Т. 8. № 3. С. 223–232.
2. *Виноградова В.В.* Воздействие климатических условий на человека в засушливых землях европейской России // Изв. РАН. Сер. геогр. 2012. № 2. С. 68–81.
3. *Золотокрылин А.Н., Титкова Т.Б.* 2009. Климатический фактор динамики растительности засушливых земель // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. Т. XXII. М.: ИГКЭ, 2009. С. 79–81.
4. *Золотокрылин А.Н., Титкова Т.Б.* Климатообусловленная динамика лесостепной, степной и полупустынной растительности России и Казахстана // Изв. РАН. Сер. геогр. 2010. № 2. С. 40–68.
5. *Золотокрылин А.Н., Михайлов А.Б., Титкова Т.Б.* Полярный фронт и контрастность степной растительности Европейской России // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. Т. XXIV. М.: ИГКЭ, 2011. С. 300–311.
6. *Мещерская А.В., Мирвис В.М., Голод М.П.* Засуха 2010 г. на фоне многолетнего изменения засушливости в основных зерносеющих районах европейской части России // Тр. Главной Геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова / Под ред. Мелешко В.П., Катцова В.М. СПб, 2011. Вып. 563. С. 94–121.
7. *Мохов И.И.* Аномальное лето 2010 года в контексте общих изменений климата и его аномалий // Анализ условий аномальной погоды на территории России летом 2010 года. Сб. докл. совместного заседания Президиума науч.-техн. совета Росгидромета и Научного совета РАН “Исследования по теории климата Земли” / Под ред. Шакиной Н.П. М.: Триада ЛТД, 2011. С. 41–47.
8. Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации // Последствия изменений климата Т. II. М., 2008. 291 с.
9. *Хайнес А., Коватс Р.С., Кэмпбелл-Лендрум Д., Корвалан К.* Изменение климата и здоровье человека – воздействия, уязвимость и адаптация // Всемир. Конф. по изменению климата 29 сентября–3 октября 2003 г. Тр. Москва. 2004. С. 307–322.
10. *Blazejczyk K.* Influence of extreme heat waves on man // Inst. geogr. Uniwer. Jagiellońskiego, Prace Geograficzne. 2000. V. 108. P. 101–108.
11. *Blazejczyk K.* The consequences of the Changes in Global Climate for Human Health // Global Change. 2009. № 16. P. 87–110.
12. Climate Change 2007: The Scientific Basis. Intergovernmental Panel on Climate Change / Eds. Solomon S. et al. Cambridge. Cambridge Univ. Press. 2007. 996 p.
13. EOS Data Gateway. http://edcimswww.cr.usgs.gov/pub/imswelcome/
14. *Frich A., Alexander L.V., Della-Marta P., Gleason B. et al.* Observed coherent changes in climatic extremes during the second half of the twentieth century (PDF) // Climate Res. 2002. № 19. January P. 193–212.
15. ftp://ftp.ncdc.noaa.gov/pub/data/
16. *Glickman, Todd S.* Glossary of Meteorology // Boston. Amer. Meteorol. Soci. June 2000. http://amsglossary.allenpress.com/glossary.
17. http://www.meteorf.ru
18. *Stefanon M., D’Andrea F., Drobinski P.* Heatwave classification over Europe and the Mediterranean region // Environ. Res. Lett. 2012. № 7.

Heat waves in the European Russia at the beginning of the 21st century

V.V. Vinogradova

Institute of Geography, Russian Academy of Sciences

In the last decade the frequency of abnormally hot summer weather in the European part of Russia increased. Growth of summer temperatures is associated with increased frequency of heat waves caused by the advection of hot dry tropical air masses or transformation of temperate air masses due to their long-term stationing in the area. Such situations are caused by blockage of western disturbance in the European part of Russia. Heat waves cauce hazards such as droughts, fires, loss of crops, increased morbidity and mortality. The article provides an estimate of the change of the thermal loads on the population using the different characteristics of heat waves and temperature gradients. The main trends in the thermal loads on the population in European Russia in the last decade due to changes in the localization of the polar front in summer are shown.