
ПРИРОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ И ДИНАМИКА ГЕОСИСТЕМ

УДК 551.583

ЗИМНИЕ ВОЛНЫ ХОЛОДА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ СО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЫ XX ВЕКА

© 2018 г. Вера В. Виноградова

Институт географии РАН, Москва, Россия

E-mail: vvvinog@yandex.ru

Поступила в редакцию 20.04.2017 г.

Аннотация. Проведена оценка изменений количества, интенсивности и продолжительности волн холода на территории России зимой (декабрь–февраль) для различных периодов с 1961 до 2010 г. Для определения волн холода рассматриваются пороговые значения, соответствующие 5 процентилям распределения минимальной суточной температуры. Установлено, что в зимний период на большей части территории России с 1990-х годов наблюдается уменьшение количества волн холода и рост минимальных температур. Но в начале XXI в. эти тенденции ослабевают, а на юге Западной и Восточной Сибири появляется обширная область, где наблюдается увеличение волн холода и понижение минимальной температуры. Анализ волн холода с температурой воздуха ниже -30°C показал исчезновение в начале XXI в. области с абсолютно неблагоприятными климатическими условиями на севере Якутии, улучшение условий до благоприятных практически на всей Европейской территории России и на юге Дальнего Востока.

Ключевые слова: волны холода, минимальная суточная температура, дискомфорт, число дней с температурой воздуха ниже -30°C , потепление климата.

DOI: 10.7868/S2587556618030056

COLD WAVES IN WINTER IN RUSSIA SINCE THE SECOND HALF OF THE 20th CENTURY

Vera V. Vinogradova

Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

E-mail: vvvinog@yandex.ru

Received April 20, 2017

Abstract. The changes in the quantity, intensity and duration of cold waves in Russia in winter (December–February) for different periods from 1961 to 2010 were estimated. To determine the cold waves, the threshold values corresponding to 5 percentiles of the minimum daily temperature distribution are considered. It is established that in the winter period since 1990s on the most part of the territory of Russia there was a decrease in the number of cold waves and an increase in minimum temperatures. It was found that since 1990s in winter most of Russia's territory was experienced a decrease in cold waves and an increase in minimum temperatures. But at the beginning of the 21st century these tendencies are weakening, and in the south of Western and Eastern Siberia a vast area appears where an increase in cold waves and a decrease in the minimum temperature are observed. Analysis of cold waves with temperatures below -30°C showed the disappearance in the beginning of the 21st century the area with absolutely unfavorable climatic conditions in north of Yakutia, the improvement of the conditions up to favorable practically in the entire European territory of Russia and in south of the Far East.

Keywords: cold waves, the minimum daily temperature, discomfort, number of days with air temperature below -30°C , climate warming.

Введение. Волна холода — резкое понижение температуры, распространяющееся в определенном направлении и захватывающее с течением времени все большую территорию; явление связано с вторжением холодной воздушной массы из высоких широт, а в Европе зимой — также и с востока [12].

В начале XX в. в словаре Брокгауза и Ефрона [13] дано довольно подробное описание этого явления. Впервые волны холода были описаны в конце XIX в. в США М. Вудруфом, который изучал их в 1881–1884 гг. [14]. Потом Т. Рассел продолжил эти исследования и дал более точное определение этого явления. Волной холода, по Расселу [15], в Северной Америке называют быстрое понижение температуры по меньшей мере на 20 °F (11 °C), наблюдаемое на площади не менее 50000 кв. миль. Обычно волны холода появляются в районе Скалистых гор и катятся, как волна, к юго-востоку, достигая нередко Атлантического океана [15]. Чаше всего волны холода наблюдаются в зимние месяцы (с максимумом в декабре).

В Европейской России о существовании волн холода впервые было указано проф. Б.И. Срезневским в 1885 г. [11], при этом он отмечал их сходство с североамериканскими волнами: “Они также зарождаются на крайнем северо-западе или, реже, севере — преимущественно в Лапландии; и обнаруживают поступательное, подобное волне, движение на юго-восток. Волны холода перемещаются с северо-запада на юго-восток Европейской части России всего в 2–5 дней, со средней скоростью около 700 км в сутки, а средняя продолжительность волны равна 2.7 суток. Наиболее резко выражены и наиболее часто наблюдаются волны холода в зимние месяцы: декабрь—март, но наиболее опасны для растительности поздневесенние и летние волны холода” [13]. На территории нашей страны волны холода в основном связаны с полярными и ультраполярными вторжениями, они приводят к затоку в тылу циклонов холодных воздушных масс в более низкие широты. Обычно волны холода сопровождаются сильными и холодными ветрами, связанными с прохождением атмосферных фронтов.

На Европейской территории и в Западной Сибири наибольшая продолжительность волн холода приходится на весну. Повторяемость волн холода в меньшей степени зависит от сезона, но наибольшие значения их среднесезонной суммарной продолжительности и интенсивности наблюдаются зимой [4].

Негативные последствия воздействий волн холода на человека, его здоровье, различные отрасли хозяйства и природу очевидны. В частности, волны холода приводят к переохлаждению, требуют большего потребления калорий человеком или животными. Экстремальный зимний холод часто вызывает сбои в работе жилищно-коммунального хозяйства (аварии, прорывы трубопроводов и теплотрасс), а также увеличивает потребление

электроэнергии и топлива. Металлы становятся хрупкими на морозе, происходят сбои в работе транспорта. Во время экстремального холода возрастает опасность пожаров, которая усугубляется возможным замерзанием системы водоснабжения. Для сельского хозяйства особенно опасны волны холода, которые приносят неожиданные заморозки в период вегетации и могут погубить растения на ранних и наиболее уязвимых стадиях роста, что приводит к неурожаю.

Тенденции изменения температуры зимнего сезона в контексте глобального потепления не всегда однозначны. Во втором оценочном докладе Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации [1] было показано, что за период 1976–2012 гг. зимой скорость потепления заметно снизилась (с 0.35 до 0.18 °C/10 лет). На крайнем северо-востоке России наблюдается область похолодания зимних сезонов. Обширная область похолодания зим после 2008 г. образовалась на юге Западной Сибири, она распространяется на всю азиатскую территорию России [1]. При этом область интенсивного потепления зимних сезонов располагается на Европейской территории России (ЕТР).

Определение критериев экстремальных явлений зависит от выбора пороговых значений. Экстремальные явления обычно относятся к редким, то есть, принадлежащим к крайним областям распределения метеорологической величины, вероятности попадания в которые малы. Экстремальные отрицательные аномалии обычно соответствуют процентилям функции распределения 10%, 5%, или 1% [1].

Во втором оценочном докладе отмечается, что на востоке ЕТР имеется область убывания отрицательных экстремумов минимальных температур, а в восточной части РФ (восточнее 90° в.д.) экстремумы обоих знаков минимальной температуры значительно растут [1]. В целом анализ изменений экстремальных температур зимнего сезона с середины 1970-х годов показывает, что на большей части территории страны повторяемость экстремально холодных эпизодов уменьшается; то есть как самые холодные, так и наиболее теплые эпизоды становятся теплее.

Значительное число исследований посвящено воздействию экстремальных температур и, в частности, волн холода на здоровье человека [7–9]. В работе [7] показано, что в северных городах волны холода (и особенно длинные, более 8 дней) оказывают сильное влияние на уровень смертности населения. От воздействия волн холода в наибольшей степени страдают лица пожилого возраста.

Целью работы является оценка изменений количества, интенсивности и продолжительности волн холода и экстремально низких температур на территории России для зимнего сезона и их воздействия на дискомфортность природно-климатических условий жизни населения во второй половине XX — начале XXI в.

Материалы и методика. Исследование изменения числа случаев, интенсивности и продолжительности волн холода и экстремально низких температур (ниже -30°C) на территории России для различных периодов с 1961 до 2010 г. проводилась по данным метеорологической сети из архива ВНИИГМИ—МЦД (www.meteo.ru). Были использованы ежедневные данные 531 метеостанции для территории России за зимний период (декабрь—февраль).

Для определения волн холода используются различные критерии, среди которых понижение среднесуточной температуры воздуха на определенную величину, отклонение среднесуточной температуры от нормы, изменение температуры воздуха на величину, равную удвоенному среднеквадратическому отклонению [10], или понижение температуры ниже определенного порога. Например, в работе [7] волна холода определяется как минимум из девяти последовательных дней со среднесуточной температурой ниже -14.4°C .

В настоящей работе рассматриваются пороговые значения для определения волн холода, как значения, соответствующие 5 процентилям распределения минимальной суточной температуры. Для выделенных по данному критерию случаев проведена оценка изменения количества, интенсивности и продолжительности волн холода для зимнего периода (декабрь—февраль) на территории России с 1961 до 2010 г.

Выбор такого критерия связан с его универсальностью, поскольку при значительной протяженности территории России с севера на юг выбор критического значения температуры воздуха, определяющей наступление волны холода, вызывает определенные затруднения.

Известно, что распределение метеорологических элементов, в частности, температуры воздуха в любые месяцы года хорошо описываются функцией нормального распределения [3, 5, 6].

В качестве базового был выбран период 1961—1990 гг., для которого рассчитывалось выборочное среднее $x_{\text{ср.}}$ и дисперсия σ^2 всех значений зимних минимальных температур. Далее, из предположения нормальности распределения

температур определялись x_{α} — квантиль для распределения $N(x; \sigma^2)$ из формулы:

$$x_{\alpha} = \frac{x_{\alpha}^0 - \bar{x}}{\sigma},$$

где x_{α}^0 — соответствующая α -квантиль стандартного нормального распределения. К волнам холода относятся дни с температурой ниже значения, соответствующего значению x_{α} . Значение α задавалось равным 0.05. Оценка волн холода проводилась для периодов 1991—2000 гг., 2001—2010 гг., 1991—2010 гг.

Для каждого периода определялось среднее за период число дней с минимальной температурой ниже порогового значения, соответствующего 5-ой процентилям функции распределения, среднее количество волн холода продолжительностью три дня и более, максимальное число дней в волне холода и минимальная температура в волне холода. Изменения характеристик волн холода при современном потеплении климата оценивались по изменению всех перечисленных параметров по сравнению с базовым периодом. Значимость изменений определялась по критерию Стьюдента. Для всех рассчитанных параметров были построены карты различных характеристик волн холода для рассматриваемых периодов.

Очевидно, что волны холода являются фактором, влияющим на условия жизнедеятельности населения. В работе проводится сравнение показателей волн холода с другим фактором дискомфорта природной среды — с числом дней в году с температурой ниже -30°C , который используется при районировании России по природным условиям жизни населения [2]. Рассчитанные по данным метеостанций значения этого показателя были проинтерполированы на сетку $2.5 \times 2.5^{\circ}$ и построены карты для среднемноголетних условий (1961—1990 гг.) и начала XXI в. (2001—2010 гг.). Границы зон дискомфорта проводились по градациям, приведенным в табл. 1. Затем были рассчитаны площади зон дискомфорта по этому показателю для среднемноголетних условий (1961—1990 гг.), для конца XX в. (1991—2000 гг.) и начала XXI в. (2001—2010 гг.). Площади вычислялись как отношение количества ячеек со значениями, соответствующего определенной градации (см. табл. 1), к общему количеству ячеек на территории России (в %).

Результаты. Волны холода в период современного потепления климата. Для среднемноголетнего периода 1961—1990 гг. зимой (декабрь—февраль) в западной половине территории России (приблизительно до 80° в.д. на севере и до 100° в.д. на юге)

Таблица 1. Балльная оценка продолжительности периода с температурой воздуха ниже -30°C

Критерии дискомфорта	№ зоны дискомфорта	Балл дискомфорта	Продолжительность периода с температурой воздуха ниже -30°C (дни)
Абсолютно неблагоприятная	I	6	>120
Очень неблагоприятная	II	5	100–120
Неблагоприятная	III	4	40–100
Условно неблагоприятная	IV	3	2–40
Условно благоприятная	V	2	1–2
Благоприятная	VI	1	<1

отмечалось в среднем 4–5 дней с минимальными температурами ниже порогового значения. В восточной половине страны таких дней меньше – всего 2–3. Это связано, по-видимому, со стационаризацией здесь в зимнее время Сибирского антициклона, в котором низкие температуры наблюдаются длительное время. Максимальное количество дней с низкими температурами (6–7 дней) наблюдалось на Северном Кавказе и в Ленинградской области, т.е. в регионах с достаточно мягким климатом. Пороговые значения минимальной температуры, соответствующие 5% процентилю функции распределения, приведены в табл. 2. На ЕТР пороговые значения минимальной температуры составляют -31.1°C – на севере и около -15°C – на юге, а в Сибири -50°C и -35 – -40°C , соответственно (см. табл. 2). На Дальнем Востоке пороговые значения немного увеличиваются: до -42.9°C – на севере и -28.2°C – на юге. Таким образом, в районах, где в среднем отмечается не очень много дней с морозами ниже порогового значения, сами пороговые значения соответствуют очень низким температурам. Поэтому волны холода, связанные с арктическими вторжениями, характерны для ЕТР и Западной Сибири. Для остальной территории можно говорить об аномальных морозах.

При потеплении климата (1991–2010 гг.) число дней с аномально низкими температурами сокращается практически на всей территории России, за исключением крайнего северо-востока. На рис. 1а показано значимое изменение числа дней с очень низкими температурами воздуха для периода 1991–2010 гг., по сравнению с периодом 1961–1990 гг. Наибольшее сокращение числа дней с низкими температурами (на 2–3 дня) отмечается на южном Урале, в среднем Поволжье и в западных областях России.

Но в течении этих двадцати лет ситуация менялась. Начиная с 1990-х годов XX в. число дней с аномально низкими температурами сокращалось, но в начале XXI в. (2001–2010 гг.) в центральных областях ЕТР и на юге Сибири начинает увеличиваться число холодных дней по сравнению с предыдущим десятилетием (1991–2000 гг.) (рис. 1б). При этом самые значительные изменения (более 3 дней) наблюдаются на юге Сибири. На остальной территории России число холодных дней сокращается на 1–2 дня, особенно на севере ЕТР и в Якутии. На крайнем северо-востоке число аномально холодных дней практически не меняется (см. рис. 1б).

При потеплении климата наблюдалось уменьшение количества волн холода продолжительностью

Таблица 2. Пороговые значения минимальной температуры ($^{\circ}\text{C}$), соответствующие 5% процентилю функции распределения

Широтный сектор	Меридиональный сектор				
	30–60° в.д. ЕТР	60–90° в.д. Западная Сибирь	90–120° в.д. Центральная Сибирь	120–150° в.д. Восточная Сибирь	150–180° в.д. Дальний Восток
80–40° с.ш.	–24.2	–33.7	–43.7	–40.2	–37.2
80–60° с.ш. север	–31.1	–42.9	–51.4	–52.0	–42.9
60–40° с.ш. центр и юг	–22.1	–29.7	–40.7	–35.9	–28.2
50–40° с.ш. юг	–14.8	–	–	–27.6	–

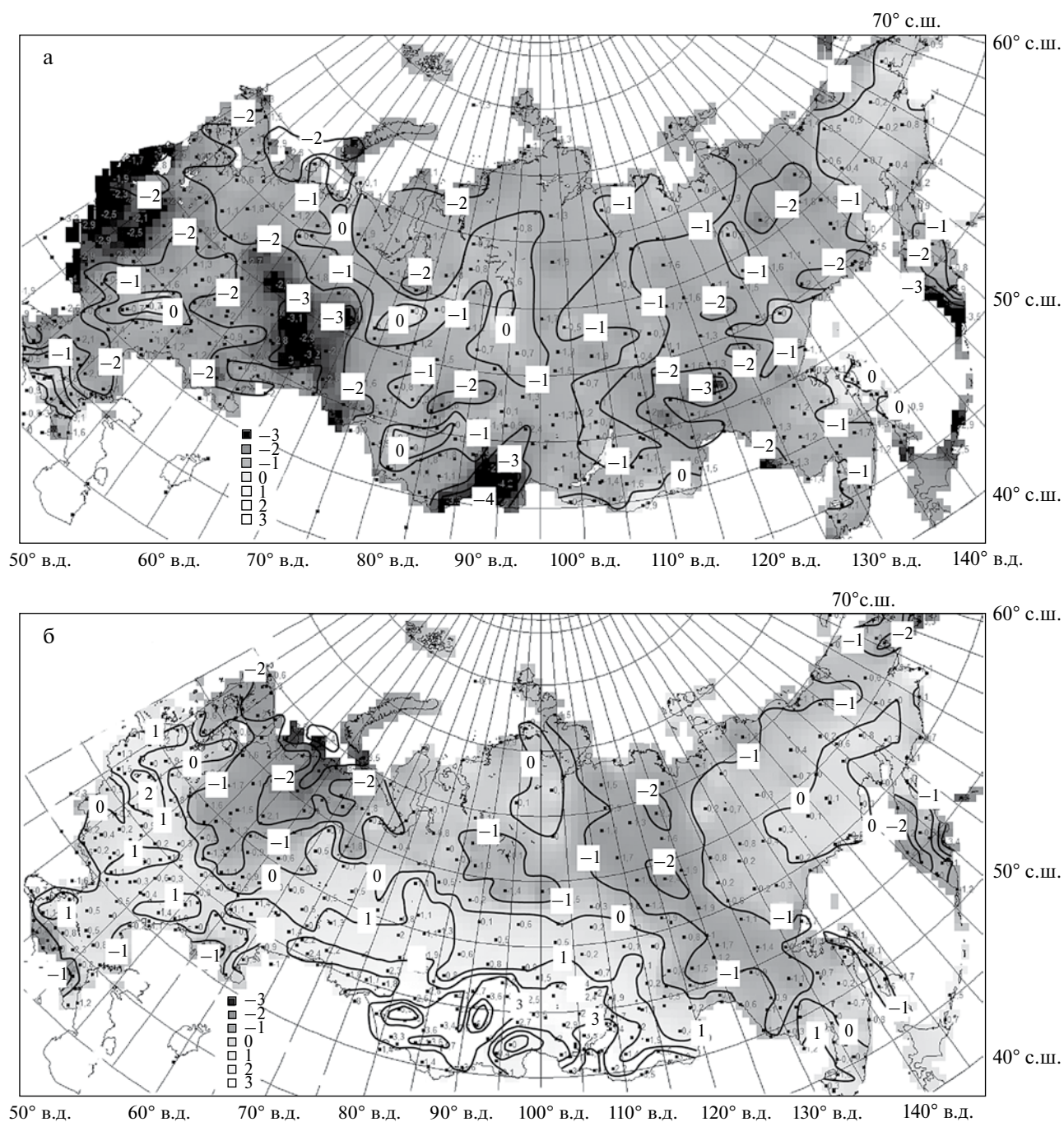


Рис. 1. Изменение числа дней с минимальной температурой ниже 5-й процентиля функции распределения в 1991–2010 гг. по сравнению с 1961–1990 гг. (а); в 2001–2010 гг. по сравнению с 1991–2000 гг. (б).

более трех дней, особенно на ЕТР, где таких волн было больше всего в предшествующий период (1961–1990 гг.). Но в начале XXI в. наблюдалось увеличение количества длительных волн холода на юге и в центральных областях ЕТР и на юге Сибири.

Максимальная продолжительность волн холода значительно уменьшилась при потеплении (1991–2010 гг.) по сравнению с 1961–1990 гг.

во многих регионах России, за исключением Кольского полуострова, севера ЕТР и центра Сибири (рис. 2). На ЕТР максимальная продолжительность волны холода во второй период уменьшилась в среднем на 5 дней, а в южных областях — на 10 дней. На севере ЕТР, в центре Сибири наблюдался рост продолжительности волн холода на 1–3 дня (см. рис. 2). На Азиатской

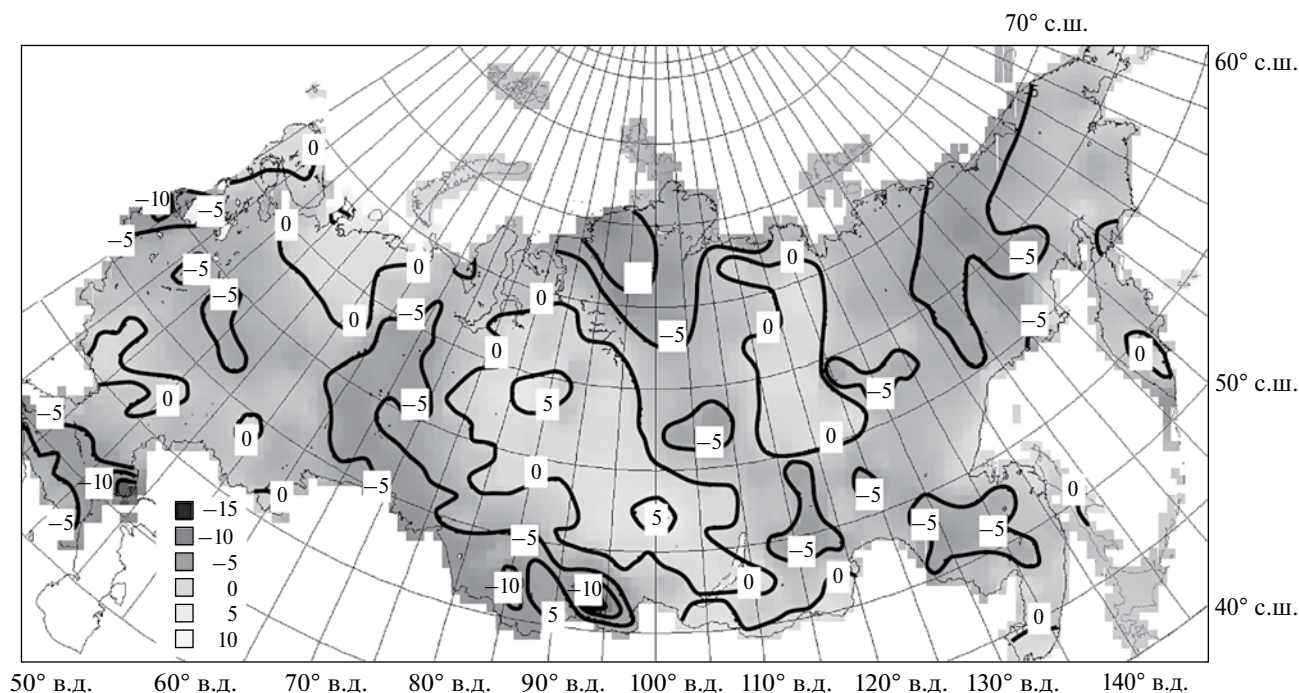


Рис. 2. Изменение максимального числа дней с волнами холода в период 1991–2010 гг. по сравнению с периодом 1961–1990 гг.

территории России отмечается уменьшение максимальной продолжительности волн холода. В Западной Сибири, на Таймыре и Чукотке продолжительность волн холода уменьшилось на 6–8 дней, а на Алтае и в Саянах – на 10–15 дней (см. рис. 2). Также необходимо отметить кардинальное изменение ситуации в начале XXI в. На большей части территории России в 2001–2010 гг. максимальная продолжительность за период волны холода или не изменилась, или увеличилась. В регионах, где наблюдалось уменьшение максимальной продолжительности волн холода (на ЕТР (кроме севера и востока), на юге Сибири, в Забайкалье, в Приморье и на Чукотке), произошло увеличение этого параметра на 4–6 дней. На севере ЕТР и в центре Сибири длина волн уменьшилась на 5–10 дней.

Важной характеристикой волны холода является минимальная температура, наблюдавшаяся в ней. За период 1961–1990 гг. минимальная температура в волне холода на ЕТР составляла -40 – -45 °C в северных и центральных областях и -30 – -35 °C – на юге ЕТР (южнее 50° с.ш.) (рис. 3а). В центре и на севере Якутии и Красноярского края и в Чукотском АО минимальные температуры опускались до -55 – -60 °C. На юге Сибири и на Дальнем Востоке минимальные температуры были немного выше – -45 – -50 °C, а в Приморском крае – -35 – -40 °C (см. рис. 3а).

В последующие десятилетия абсолютные минимальные температуры повышаются, а области с очень низкими температурами значительно сокращаются по площади. Наиболее значительный рост температуры наблюдался в 1991–2000 гг. на ЕТР, где в центральных областях он достиг 10 – 15 °C, а на севере и юге – 5 – 7 °C (рис. 3б). В Азиатской части рост минимальных температур был меньше и на большей части территории составлял 3 – 5 °C, а на севере Якутии он был минимален – 1 – 2 °C (см. рис. 3б). В 2001–2010 гг. рост минимальных зимних температур замедляется по сравнению с предыдущим десятилетием (рис. 3в). Минимальные температуры по-прежнему повышаются на севере ЕТР на 3 – 5 °C, а в центре и на юге понижаются на 2 – 4 °C. На востоке страны рост минимальной температуры на 4 – 6 °C наблюдался только в Якутии, Амурской области, на севере Приморского края и на Чукотке, а на остальной территории минимальная за период температура не менялась или понижалась. Особенно значительное понижение – на 6 – 8 °C – отмечалось на юге Западной Сибири и в Прибайкалье (см. рис. 3в).

В конце XX – начале XXI в. также наблюдался значимый рост средней минимальной температуры в волне холода, особенно в Азиатской части России (на 8 – 10 °C). На ЕТР и в Западной Сибири рост средней минимальной температуры был не столь значительным и составил 2 – 4 °C. В начале XXI в.

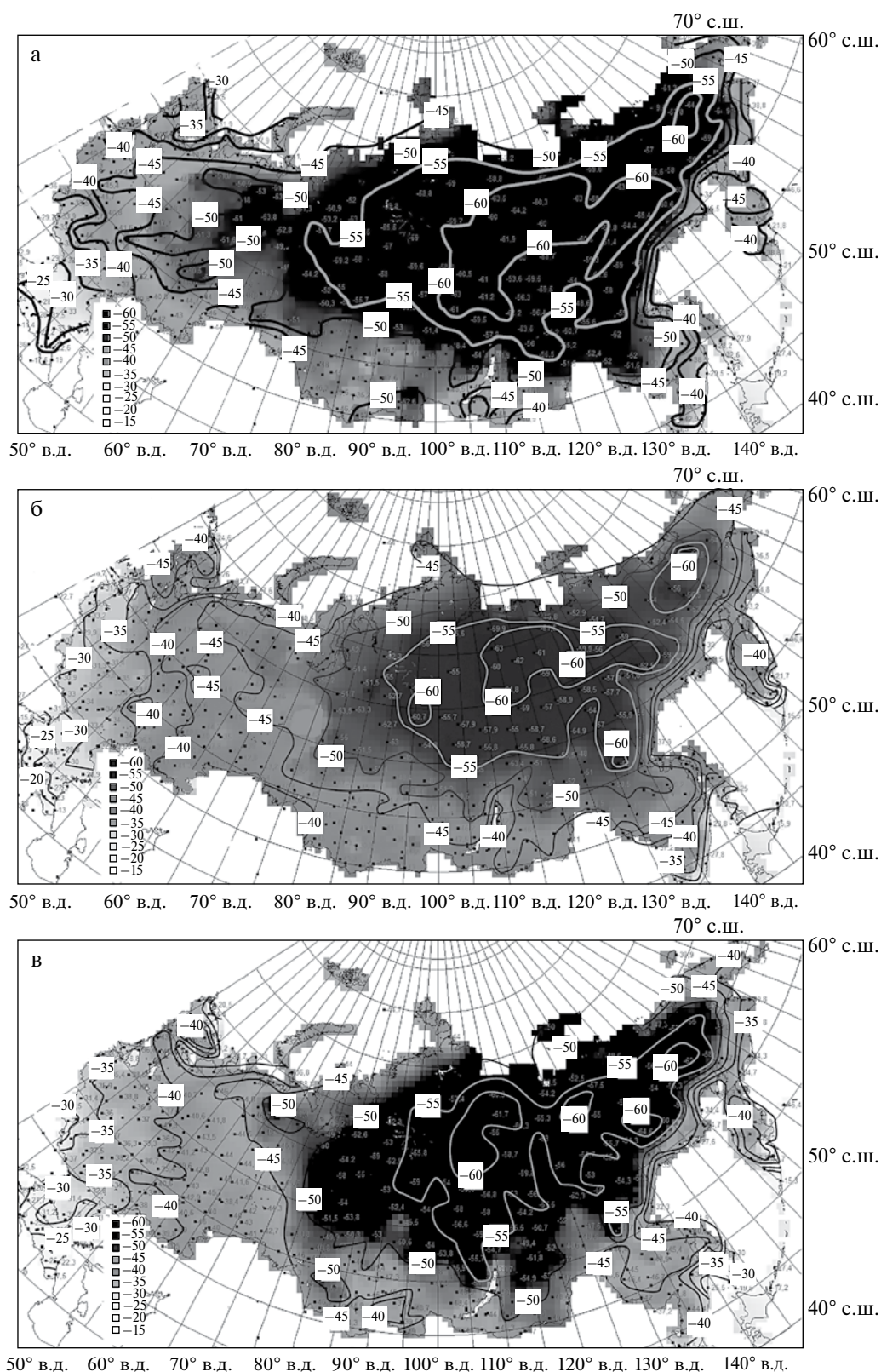


Рис. 3. Минимальная температура (°C) в волне холода для среднееголетних условий 1961–1990 гг. (а); периода 1991–2000 гг. (б); и периода 2001–2010 гг. (в).

(2001–2010 гг.), на пике потепления рост средней минимальной температуры в центре и на северо-востоке ЕТР немного усилился, а на юге Сибири и в Прибайкалье средние минимальные температуры в волне холода понизились на 8–12 °С.

Число дней с температурой ниже –30 °С как фактор дискомфорта климата. Показатель число

дней с температурой ниже –30 °С используется в качестве одного из показателей холодного фактора дискомфорта природно-климатических условий жизни населения [2]. Градации дискомфорта по этому показателю приведены в табл. 1.

На рис. 4 приведены карты числа дней с температурой воздуха ниже –30 °С для среднемноголетнего

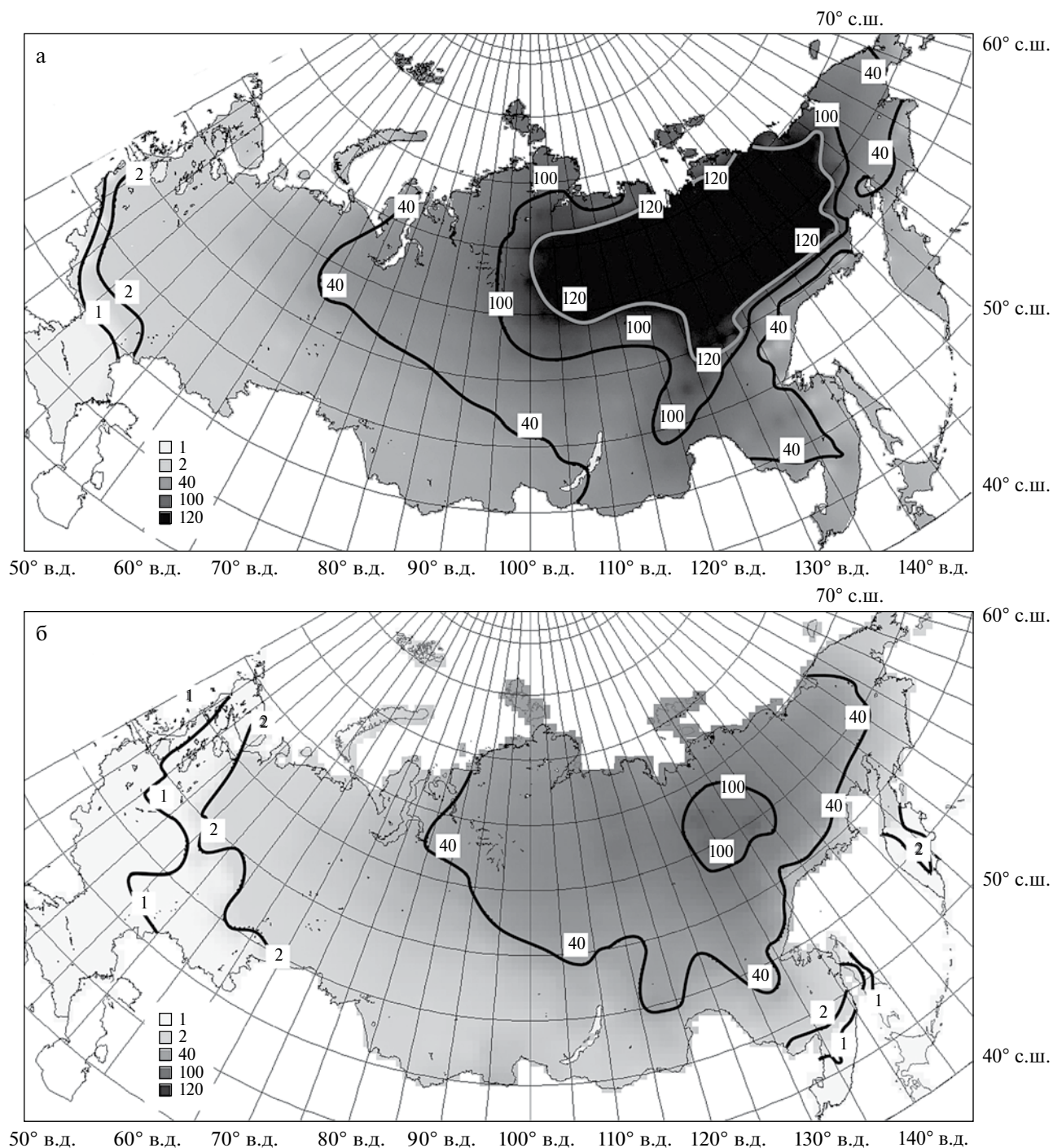


Рис. 4. Число дней с температурой воздуха ниже –30 °С для среднемноголетнего периода (1961–1990 гг.) (а); для начала XXI в. (2001–2010 гг.) (б).



Рис. 5. Площади зон дискомфорта (% территории России) для показателя число дней с температурой воздуха ниже -30°C для среднемноголетних условий (1961–1990 гг.), для конца XX в. (1991–2000 гг.) и начала XXI в. (2001–2010 гг.).

него периода (1961–1990 гг.) и для начала XXI в. (2001–2010 гг.). Сравнение этих карт с картами абсолютных минимальных температур в волне холода (см. рис. 3) показывает аналогичные тенденции, а именно исчезновение области с абсолютно неблагоприятными условиями на севере Якутии, улучшение условий практически до благоприятных на ЕТР и на юге Дальнего Востока и общее сокращение числа дней с температурой воздуха ниже -30°C в 2001–2010 гг. по сравнению с периодом 1961–1990 гг. (см. рис. 4).

Изменения площадей территорий с различными градациями дискомфорта климата для показателя продолжительность периода с температурой воздуха ниже -30°C показаны на рис. 5.

На рис. 5 видно, что число дней с температурой воздуха ниже -30°C существенно уменьшается в начале XXI в. Площадь территорий с абсолютно неблагоприятными условиями по этому показателю в 1991–2000 гг. сокращается на 7% по сравнению со среднемноголетними условиями, а в современный период (2001–2010 гг.) — уменьшается еще на 9%, то есть абсолютно неблагоприятные по климату территории в России практически исчезают (см. рис. 5). Очень неблагоприятная зона тоже сокращается с 11% в 1961–1990 гг. до 2% в 2001–2010 гг. (см. рис. 5). Площади, занимаемые территориями с более благоприятными градациями (от неблагоприятной до условно благоприятной) за тот же период увеличиваются на 1–6% (см. рис. 5). Очень существенно, на 13% расширяется благоприятная

зона, особенно на ЕТР и на юге Приморского края. Наибольшие изменения наблюдаются в Восточной Сибири и на Европейской территории.

Выводы.

1. При потеплении климата (1991–2010 гг.) число дней с аномально низкими температурами сокращается практически на всей территории России, за исключением крайнего северо-востока и страны. Наибольшее сокращение наблюдалось на южном Урале, в среднем Поволжье и в западных областях России. В начале XXI в. (2001–2010 гг.) в центральных областях ЕТР и на юге Сибири число холодных дней стало увеличиваться.

2. При потеплении климата наблюдалось уменьшение количества волн холода продолжительностью более трех дней, особенно на ЕТР. Максимальная продолжительность волн холода также значительно уменьшилась, за исключением Кольского полуострова, севера ЕТР и центра Сибири. Но в начале XXI в. количество длительных волн холода и их максимальная продолжительность стала возрастать на юге и в центральных областях ЕТР и на юге Сибири.

3. В 1991–2010 гг. абсолютные минимальные температуры и средние минимальные температуры в волне холода повышались, а области с очень низкими температурами значительно сокращались по площади. В 2001–2010 гг. рост минимальных зимних температур замедлился. В центре и на юге ЕТР, на юге Западной Сибири и в Прибайкалье минимальные температуры понижались.

4. Наблюдается общее сокращение числа дней с температурой воздуха ниже -30°C , которое проявляется в исчезновении области с абсолютно неблагоприятными климатическими условиями на севере Якутии и улучшении условий до практически благоприятных на ЕТР и на юге Дальнего Востока.

Благодарности. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 16-17-10236).

Acknowledgement. This study was supported by the Russian Science Foundation, project no. 16-17-10236.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. М.: Росгидромет, 2014. 1009 с.
2. Золотокрылин А.Н., Кренке А.Н., Виноградова В.В. Районирование России по природным условиям жизни населения. М.: Геос, 2012. 156 с.
3. Исаев А.А. Статистика в метеорологии и климатологии. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1988. 247 с.
4. Клещенко Л.К. Волны тепла и холода на территории России // Тр. ГУ "ВНИИГМИ-МЦД". 2010. Вып. 175. С. 76–91.
5. Кобышева Н.В. Косвенные расчеты климатических характеристик. Л.: Гидрометеиздат, 1971. 190 с.
6. Кобышева Н.В. Косвенные методы расчета климатических характеристик. Обнинск, 1976. 30 с.
7. Ревич Б.А., Шапошников Д.А. Изменения климата, волны жары и холода как факторы риска повышенной смертности населения // Проблемы прогнозирования. 2012. № 2. С. 122–139.
8. Ревич Б.А., Шапошников Д.А. Волны холода в южных городах Европейской части России и преждевременная смертность населения // Проблемы прогнозирования. 2016. № 2. С. 125–131.
9. Ревич Б.А., Шапошников Д.А., Токарев Н.А. Изменения климата, волны жары и холода как факторы риска повышенной смертности населения в некоторых городах России. // Тр. Международ. конф. "Влияние космической погоды на человека в космосе и на Земле". М.: Институт космических исследований РАН, 2013. Т. 1. С. 295–315.
10. Смирнов П.В., Аликина И.Я. Майские заморозки и взаимосвязь их с волнами холода в Пермской области. // Географический вестн. 2006. № 1. С. 95–98.
11. Срезневский Б.И. Волны холода в атмосфере. // Тр. НИУГМС. Метеорология. М.: Гидрометеиздат, 1941. Сер. 1. Вып. 3. 44 с.
12. Хромов С.П., Мамонтова Л.И. Метеорологический словарь. Л.: Гидрометеиздат, 1974. 569 с.
13. Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона. 1903. Ходский—Цензура. Т. XXXVIIa. С. 524–526.
14. Lieut. Th. and Woodruff M. Cold-Waves and their Progress // Signal Service Notes, 23.
15. Russel T. Meteorology. 1895.

REFERENCES

1. Vtoroi otsenochnyi doklad Rosgidrometa ob izmeneniyakh klimata i ikh posledstviyakh na territorii Rossiiskoi Federatsii [The Second Estimated Report of Roshydromet about Climate Changes and their Consequences on the Territory of the Russian Federation]. Moscow: Roshydromet, 2014, 1009 p. (In Russ.).
2. Zolotokrylin A.N., Krenke A.N., Vinogradova V.V. Raionirovanie Rossii po prirodnym usloviyam zhizni naseleniya [Zoning of Russia by Natural Life Conditions]. Moscow: Geos Publ., 2012, 156 p.
3. Isaev A.A. Statistika v meteorologii i klimatologii [Statistics in Meteorology and Climatology]. Moscow: MSU, 1988, 247 p.
4. Kleshchenko L.K. Heat and cold waves on the territory of Russia. Trudy GU "VNIIGMI-MtsD", 2010, no. 175, pp. 76–91. (In Russ.).
5. Kobysheva N.V. Kosvennye raschety klimaticheskikh kharakteristik [Indirect Estimates of Climatic Characteristics]. Leningrad: Gidrometeoizdat Publ., 1971. 190 p.
6. Kobysheva N.V. Kosvennye metody rascheta klimaticheskikh kharakteristik [Indirect Methods for Calculating the Climatic Characteristics] Obninsk, 1976. 30 p.
7. Revich B.A., Shaposhnikov D.A. Climate change, heat and cold waves as risk factors for increased mortality Problemy Prognozirovaniya, 2012, no. 2, pp. 122–139. (In Russ.).
8. Revich B.A., Shaposhnikov D.A. Waves of cold in the southern cities of the European part of Russia and premature mortality of the population. Problemy Prognozirovaniya, 2016, no. 2, pp. 125–131. (In Russ.).
9. Revich B.A., Shaposhnikov D.A., Tokarevich N.A. Climate change, heat waves and cold as the risk factors for increased mortality in some Russian cities. Trudy Mezhdunar. Konf. Vliyaniye kosmicheskoi pogody na cheloveka v kosmose i na zemle, 2013, vol. 1, pp. 295–315. (In Russ.).
10. Smirnov P.V., Alikina I. Ya. May frosts and their interconnection with cold waves in Perm Region. Geogr. Vestn., 2006, no. 1, pp. 95–98. (In Russ.).
11. Sreznevskii B.I. Waves of cold in the atmosphere. In Trudy NIUGMS. Meteorologiya [Trudy NIUGVS. Meteorology]. Moscow, 1941, Ser. 1, no. 3. 44 p. (In Russ.).
12. Khromov S.P., Mamontova L.I. Meteorologicheskii slovar' [Meteorological Dictionary]. Leningrad: Gidrometeoizdat Publ., 1974. 569 p.
13. Entsiklopedicheskii slovar' Brokgausa i Efrona [Encyclopedic Dictionary of Brockhaus and Efron]. Khodskii-Tsenzura Publ., 1903, vol. XXXVIIa pp. 524–526. (In Russ.).
14. Lieut. Th., Woodruff M. Cold-Waves and their Progress. Signal Service Notes, 23.
15. Russel T. Meteorology. 1895.