

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco604353>

# Волны жары и холода на территории Крымского полуострова и здоровье населения

Т.Е. Данова

Морской гидрофизический институт РАН, Севастополь, Россия

## АННОТАЦИЯ

**Обоснование.** Климатические изменения оказывают значительное влияние на здоровье населения, уровень заболеваемости и смертности. Представленные исследования посвящены современным характеристикам волн жары и холода на территории Крымского полуострова.

**Цель.** Оценка характеристик волн жары и холода, выявление различий в характеристиках волн, связанных с береговым и материковым расположением центров климатотерапии, на территории Крымского полуострова.

**Материал и методы.** В ходе исследования использованы стандартные статистические методы обработки. Визуализация полученных результатов позволила выявить зоны максимальных значений. Для определения волн жары и холода использованы среднесуточные температуры воздуха круглогодичного распределения, рассчитанные на основании на 3%-го и 97%-го процентилей. Подобный подход позволяет учитывать интенсивность и продолжительность исследуемых событий.

Предметом исследования являются срочные значения приземной температуры воздуха, на основе которых были рассчитаны среднесуточные значения температуры воздуха по 19 станциям Крымского полуострова за период 2006–2021 гг. По данным Росстата проведена оценка по гендерному и возрастному составу постоянно проживающего населения на территории Крыма и г. Севастополя.

**Результаты.** Показано, что около половины жителей на территории полуострова (43,5%) относятся к группе повышенного риска здоровью при экстремальных температурах воздуха. Применение порогового значения 3%-го и 97%-го процентилей ко всему году позволило выделить периоды последовательных волн, отмеченных на каждой станции. Несмотря на то, что Крымский полуостров характеризуется тёплым и влажным климатом, ежегодно на станциях Крымского полуострова формируются от 1 до 4 волн холода и жары, при этом суммарная интенсивность волн холода более чем в два раза превышает суммарную интенсивность волн жары.

**Заключение.** Представленная современная оценка характеристик волн жары и холода с использованием 3%-го и 97%-го процентилей многолетнего распределения среднесуточной температуры воздуха позволит обосновать ряд мер по уменьшению негативного воздействия экстремальных температур на здоровье населения на территории Крымского полуострова.

**Ключевые слова:** волны жары и холода; здоровье населения; Крымский полуостров.

## Как цитировать:

Данова Т.Е. Волны жары и холода на территории Крымского полуострова и здоровье населения // Экология человека. 2023. Т. 30, № 9. С. 681–694.  
DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco604353>

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco604353>

# Heat and cold waves on the Crimean Peninsula and their impact on population health

Tatiana E. Danova

Marine Hydrophysical Institute of RAS, Sevastopol, Russia

## ABSTRACT

**BACKGROUND:** Climate change has a significant impact on the population health including morbidity and mortality. The studies presented in this paper present characteristics of heat and cold waves on the Crimean Peninsula.

**AIM:** To assess the heat and cold wave characteristics, identify differences in the wave characteristics depending on the coastal and mainland location of climatotherapeutic centers on the Crimean Peninsula.

**MATERIAL AND METHODS:** In our research we used standard statistical data treatment methods. Moreover, data visualization techniques allowed identifying zones of maximum temperature values. Heat and cold waves were defined using the 3<sup>rd</sup> and the 97<sup>th</sup> percentiles of the average daily air temperatures. This approach allows considering the intensity and duration of the events under study. Measurements of the surface air temperature included eight observations per day at 19 stations on the Crimean Peninsula for the period from 2006 to 2021. Distribution of the permanently residing population in the Crimea and the city of Sevastopol by age and gender was analyzed using the Rosstat data.

**RESULTS:** As many as 43.5% of the population of the Crimean Peninsula have increased risk of exposure to extreme air temperatures. Having applied the threshold values of the 3<sup>rd</sup> and the 97<sup>th</sup> percentiles of the temperature, we identified the periods of heat and cold waves at each station. Even though the Crimean Peninsula has a warm and humid climate, 1 to 4 cold and heat waves have been observed at each station per year. At the same time, the total intensity of cold waves was more than twice the total intensity of heat waves.

**CONCLUSION:** The presented assessment of heat and cold wave characteristics on the Crimean Peninsula, using 3% and 97% percentiles of the distribution of the average daily air temperature over several years, provides the evidence for developing the measures to reduce the negative impact of extreme temperatures on human health on the Crimean Peninsula.

**Keywords:** heat and cold waves; population health; Crimean Peninsula.

## To cite this article:

Danova TE. Heat and cold waves on the Crimean Peninsula and their impact on population health. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2023;30(9): 681–694. DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco604353>

Received: 05.10.2023

Accepted: 24.12.2023

Published online: 24.01.2024

## ВВЕДЕНИЕ

Современные климатические изменения характеризуются значительной скоростью и оказывают огромное влияние на деятельность различных отраслей народного хозяйства. Усиливающаяся нестабильность глобальной климатической системы, характеризуется увеличением повторяемости и интенсивности экстремальных температур и проявляется в политической, социальной, экологической и медико-санитарной сферах [1–3].

Воздействие климатических факторов на систему здравоохранения на территории Российской Федерации включает влияние на состояние здоровья населения, уровень заболеваемости и смертности (негативное воздействие на течение сердечно-сосудистых, респираторных и иных заболеваний), на эпидемиологическую обстановку (расширение ареала распространения инфекционных и паразитарных заболеваний, особенно в годы с тёплыми зимами), на инфраструктуру системы здравоохранения (разрушающее воздействие на объекты температурно-влажностных деформаций, деградации многолетней (вечной) мерзлоты, необходимость дополнительного охлаждения помещений в летний период), на оказание медицинской помощи в экстренной форме (обеспечение быстрого реагирования и мобилизации материально-технических средств и личного состава). Сопоставление средних годовых оценок изменения приземной температуры воздуха по всей территории Российской Федерации в XXI в., рассчитанных по ансамблю моделей CMIP5, сценарии RCP (Росгидромет, 2014), с соответствующими оценками по ансамблю CMIP6, сценарии SSP, указывает на систематически более тёплый будущий климат по оценкам моделей последнего поколения при некотором увеличении межмодельного разброса [4]. В этой связи, принятый в России Национальный план по адаптации к климатическим рискам определяет меры по снижению избыточной смертности от воздействия волн жары и холода [5]. Учитывая, что оценку эффективности мер, принимаемых на разных уровнях для адаптации к изменениям климата, предстоит осуществить в ближайшие годы, разработка отраслевых планов адаптации федеральными органами исполнительной власти, а затем и региональных планов адаптации субъектами Российской Федерации требует формулирования общих научно-методических основ такого планирования [6].

На протяжении многих десятилетий Крымский полуостров рассматривался как здравница для огромного количества пациентов с различными патологиями. Тёплый и влажный климат Крымского полуострова обладает целебными свойствами и способствует формированию устойчивого лечебного эффекта (регенеративного, катарического (энергетического)) в следующих сферах: заболевания органов дыхания; заболевания сердечно-сосудистой системы; заболевания желудочно-кишечного тракта; заболевания ЛОР-органов; заболевания нервной

системы; заболевания эндокринной системы; заболевания системы крови. Кроме того, в связи с полноценным интегрированием полуострова в санаторно-курортную карту России, всё большие масштабы приобретает процесс рекреационного освоения территорий, фиксируется устойчивый рост туристического потока. Основные этапы развития региона изложены в Постановлении Правительства РФ от 11 августа 2014 г. № 790 «Об утверждении федеральной целевой программы "Социально-экономическое развитие Республики Крым и г. Севастополя до 2025 года"», где туристский потенциал, комфортные климатические условия для рекреации и лечения, наличие действующей туристско-рекреационной инфраструктуры названы в качестве конкурентных преимуществ и ключевых факторов развития макрорегиона [7]. Необходимо понимать, что для постоянно проживающих на территории полуострова около 2,5 млн жителей Республики Крым и г. Севастополя современные климатические изменения также могут носить экстремальный характер.

Основным показателем климатических изменений является динамика многолетних суточных и среднемесячных значений приземной температуры воздуха. Рассчитанные на основании срочных данных приземной температуры воздуха волны жары и холода являются факторами высокой нагрузки на биологические системы, при которых наиболее уязвимыми становятся представители пожилого и молодого населения [8]. Как известно, акклиматизация включает в себя широкий спектр физиологических адаптационных процессов, в том числе: изменения частоты сердечных сокращений, ударного объёма, увеличения объёма плазмы, увеличения потоотделения и изменения температуры тела [9]. Несмотря на то, что организм человека способен достаточно эффективно адаптироваться к условиям окружающей среды, необходимо учитывать, что процесс акклиматизации является длительным, и внезапные экстремальные высокие или низкие температуры вполне могут вызвать серьёзные проблемы со здоровьем или даже смерть [10]. В то же время экстремальные изменения температуры воздуха могут привести к тепловым ударам, острым нарушениям мозгового кровообращения, способствовать тромбообразованию и усугублять хронические заболевания сердца и лёгких, почечную недостаточность, гипертермию, гипотермию и другие заболевания [10, 11]. Ряд проведённых ранее исследований позволил выявить высокую корреляцию между определёнными экстремальными температурами и смертностью [12, 13]. Для территории Крымского полуострова проведённые исследования [14–17] показали зависимость рекреационного потенциала от современных климатических изменений, а также позволили выявить современную динамику комплексных биоклиматических показателей, в том числе индекса жары, рассчитанных на основании ряда метеорологических показателей для курортного сезона. Исследование, посвящённое современной динамике температурного и ветрового режимов береговой части

российской территории Черноморского региона, было выполнено в [18].

**Цель исследования.** Определение качественных и количественных показателей волн жары и холода на территории Крымского полуострова. Проведённые исследования позволяют восполнить существующие пробелы в информации по характеристикам волн жары и холода на данной территории.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Климатический режим территории Крымского полуострова характеризуется, в первую очередь, динамикой многолетних суточных, среднемесячных значений приземной температуры воздуха. Предметом исследования являются срочные значения приземной температуры воздуха, которые включают в себя восемь наблюдений в сутки через каждые три часа. На базе срочных наблюдений были рассчитаны среднесуточные значения температуры воздуха. В качестве исходных данных использована климатическая база данных «Расписание погоды» (<http://rp5.ru>) по 19 станциям Крымского полуострова (рис. 1) за 16-летний период (2006–2021 гг.). Выбранный для анализа период времени 2006–2021 гг. характеризует современный температурный режим Крымского полуострова.

Необходимо уточнить, что в связи с энергетической блокадой полуострова большинство станций вынуждены были прекратить работу до полного восстановления энергоснабжения, в результате из всего набора данных были изъят период с 01.04.2015 до 31.05.2017.

Данные «Росстата» (<https://82.rosstat.gov.ru>) показывают, что на 1 января 2023 г. в Крыму постоянно проживает 1 916,8 тыс. граждан, при этом в г. Севастополе около 558,3 тыс. жителей. Количество сельских и городских жителей примерно равно, так, в Крыму городское население составляет около 50,3%, сельское

население — около 49,7%, в г. Севастополе городское население составляет 92,5%, сельское население — около 7,5% от общего количества. На территории полуострова постоянно проживает примерно одинаковое количество мужчин и женщин. Средняя продолжительность жизни равняется 73–74 годам, тогда как средний возраст составляет 40,7–40,8 лет. Количество лиц пенсионного возраста составляет в процентном соотношении около 27%, несколько меньше детей до 16 лет — 16,5%. Таким образом, около половины жителей на территории полуострова (43,5%) относятся к группе повышенного риска при экстремальных температурах воздуха.

## Методика определения волн жары и холода

Для принятия заблаговременных мер по снижению негативного воздействия экстремальных температур воздуха на здоровье человека необходимо использовать информацию о пороговых уровнях температуры воздуха, выше (ниже) которых смертность населения статистически достоверно возрастает, для этих целей надо определиться, что понимать под волнами жары или холода. Обычно тепловые волны определяются как период исключительно жаркой погоды. Однако существует различие между *тепловыми волнами* как периодами, которые являются «чрезвычайно жаркими», и *тёплыми периодами* как периодами, которые являются жаркими в относительном смысле. Так, периоды можно называть периодами потепления, и они могут возникать в любое время года, даже в середине зимы, тогда как волны жары обязательно ограничены летним полугодием [19].

В международных исследованиях экстремальные холод и жара часто определяются на уровне 2,5-го и 97,5-го процентилей [20]. При этом методические вопросы, посвящённые подходам к вычислению рисков температурных волн для здоровья, изложены в [21]. В отдельных исследованиях порог холода устанавливается на уровне



**Рис. 1.** Метеорологические станции Крымского полуострова, данные которых использованы в исследовании.

**Fig. 1.** Meteorological stations of the Crimean Peninsula providing the data for the study.

5-го процентиля распределения температуры в холодный сезон с ноября по март [22] или декабрь–март [23], что было близко к 3-му процентилю круглогодичного распределения. Рассчитанные таким образом пороги являются аналогом гигиенических нормативов и зависят от климатической зоны. Значения 3%-го и 97%-го процентилей распределения среднесуточной температуры предложены как ориентировочные показатели наступления волны холода (жары), опасной для здоровья населения, по достижении которых необходимо проведение соответствующих профилактических мероприятий [23]. При этом предусмотрено, что такие планы должны быть разработаны по всем субъектам Российской Федерации.

В представленной работе для определения волн жары и холода использованы среднесуточные температуры воздуха круглогодичного распределения, основанные на процентилях, подобный подход позволяет учитывать интенсивность и продолжительность исследуемых событий. Для определения наиболее интенсивных волн, а следовательно, для достижения статистической значимости результатов, определение порога похолодания проведено на основе 3-го процентиля круглогодичного распределения суточных температур. Учитывая, что пороговые значения рассчитывались по отношению ко всей выборке, в результате получены волны жары и холода. Таким образом, в расчётах волн жары и холода для территории Крымского полуострова использовались следующие градации:

- волна холода — это последовательность  $\geq 3$  дней со среднесуточными температурами  $\leq 3$ -го процентиля круглогодичного распределения среднесуточных температур в период с 2006 по 2021 гг.
- волна жары — последовательность  $\geq 3$  дней со среднесуточными температурами  $\geq 97$ -го процентиля круглогодичного распределения среднесуточных температур в период с 2006 по 2021 гг.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Применение порогового значения 3%-го и 97%-го процентилей ко всему году позволило выделить периоды последовательных волн, отмеченных на каждой станции; также были изучены характеристики отдельных волн. Анализ полученных результатов показал, что значения 97%-го процентиля находятся в диапазоне от 20,9 до 28,1 °C; значения 3%-го процентиля варьируются от -7,7 до 1,4 °C. Самые низкие значения характерны для высотных станций, самые высокие значения наблюдаются на станциях южного побережья Крымского полуострова.

За 16-летний период исследования (2006–2021 гг.) на территории Крымского полуострова зафиксировано 88–134 дня с температурой  $\leq 3$ -го процентиля (волн холода) и 102–129 волн жары. Средняя продолжительность волн холода составляет от 4 до 5,9 дней, волн тепла — от 5 до 6,6 дней. Наименьшая средняя продолжительность

волн холода наблюдается на высотных станциях: Ай-Петри (4,0 дней), Ангарский перевал (4,4), а также на самых южных станциях: Алушта (4,2) и Херсонесский маяк (4,0), наибольшая средняя продолжительность волн холода характерна для станции Нижнегорский (5,9). Наименьшая средняя продолжительность волн жары характерна для станции Алушта (5,0), наибольшая средняя продолжительность волн жары наблюдается для станций Нижнегорский (6,1), Херсонесский маяк (6,2) и Феодосия (6,6) (табл. 1).

Выявлено, что на территории Крымского полуострова наибольшая повторяемость (%) у волн холода и волн жары до 7 дней (табл. 2, 3). Подобная длительность волн соответствует продолжительности процессов синоптического масштаба и косвенно указывает на причины возникновения этого явления. Кроме того, площадь территории, которую занимает волна жары или холода, в свою очередь зависит от размера барического образования, формирующего эту волну. Как правило, волны жары формируются в антициклональном поле, а волны холода связаны с затоком арктической воздушной массы, нередко с влиянием сибирского антициклона. Также волны холода чаще всего связаны с холодными фронтальными разделами, в этом случае волна холода сопровождается усилением ветра и осадками, что может увеличить риск сердечно-респираторных заболеваний и преждевременной смерти, особенно среди уязвимых групп населения с ограниченными возможностями [20]. Суммарно на градации (3–7) дней приходится от 80% волн жары до 85% для волн холода от общего числа волн. При этом на волны холода продолжительностью 3 дня приходится около 42%, 4 дня — 19,8% и 5 дней — 12,1%; на волны жары продолжительностью 3 дня приходится 29,6%, 4 дня — 18,9% и 5 дней — 15,2% от всего числа случаев. Волны холода длительностью  $\geq 11$  дней не наблюдаются на высотных станциях Ай-Петри, Ангарский перевал, а также на станциях Почтовое, Херсонесский маяк, Ялта. Оценка процентного соотношения изменения смертности в результате волн холода разной длительности показала, что после 2-дневной холодной волны оно близко к нулю, тогда как после 4-дневной волны холода наблюдается увеличение смертности на 1,7%. В большей степени это связано непосредственно с городским населением, а также с представителями группы пенсионного возраста [24].

Максимальная продолжительность волн холода и жары составляет от 10 до 25 дней, что соответствует около 10% от всех случаев (табл. 2, 3). Самая продолжительная волна холода (19 дней) отмечалась с 20 чисел января по середину февраля 2012 г. практически на всей территории Крымского полуострова. В период самой продолжительной волны холода 02.02.2012 на территории полуострова зафиксировано минимальное значение среднесуточной температуры воздуха -33,6 °C (станция Нижнегорский). Волны холода длительностью 10 дней отмечались также в южной части Крымского полуострова,



при этом минимальные значения среднесуточной температуры воздуха зафиксированы 23.01.2006 на станции Херсонесский маяк (–15,9 °С); и 25.01.2006 на станции Ялта (–10,2 °С).

Самая продолжительная волна жары отмечалась в июле–августе 2010 г. на всей территории Крымского полуострова. Эта волна является экстремальной по продолжительности, температурным аномалиям и географической протяжённости над густонаселёнными районами Восточной Европы, поэтому таким событиям справедливо присваивают название «мегаволны жары» [26]. Причины и следствия аномальной жары в июле–августе 2010 г. детально оценены в ряде работ [27, 28].

Максимальная продолжительность на территории Крымского полуострова этой волны жары (25 дней)

зафиксирована на станции Херсонесский маяк (табл. 3). При этом на станции Ялта максимальное значение среднесуточной температуры воздуха 38,6 °С наблюдалось 08.08.2010; на станции Херсонесский маяк максимальное значение среднесуточной температуры воздуха зафиксировано 17.08.2010 и составило 34,9 °С.

По данным Министерства здравоохранения и социального развития России, в ряде регионов в июле 2010 г., по сравнению с аналогичным периодом прошлого года, из-за аномальной жары существенно вырос уровень смертности — на 8,6%.

Кроме продолжительности волны анализировались также и некоторые другие характеристики:

- амплитуда волны, которая представляет собой разность между максимальным значением темпе-

**Таблица 1.** Характеристики волн жары и холода (2006–2021 гг.)

**Table 1.** Characteristics of heat and cold waves (2006–2021)

Станции Stations	Волны холода Cold waves				Волны жары Heat waves			
	Порог холода, °С Cold threshold, °C	Количество волн Number of waves	Количество дней Number of days	Средняя продолжительность волн, дни Average wave duration, days	Порог тепла, °С Cold threshold, °C	Количество волн Number of waves	Количество дней Number of days	Средняя продолжительность волн, дни Average wave duration, days
Ай-Петри   Ai-Petri	–7,7	20	88	4,0	20,9	20	113	6,0
Алушта   Alushta	1,4	25	106	4,2	28,1	19	104	5,0
Ангарский перевал   Angarsk Pass	–5,8	21	92	4,4	22,8	19	117	6,2
Белогорск   Belogorsk	–4,9	23	119	5,2	25,4	19	104	5,5
Владиславовка   Vladislavovka	–3,3	22	127	5,8	27,0	19	111	5,8
Джанкой   Dzhankoy	–3,4	22	126	5,7	27,0	19	109	5,7
Евпатория   Eupatoria	–2,2	22	121	5,5	27,5	22	127	5,8
Ишунь   Ishun	–4,9	21	122	5,8	27,1	18	102	5,7
Казантип   Kazantip	–3,0	22	126	5,7	27,5	19	113	5,9
Керчь   Kerch	–3,7	22	124	5,6	27,2	18	106	5,9
Клепинино   Klepinino	–4,5	25	134	5,0	26,9	21	117	5,6
Курортное   Kurortnoye	–1,9	23	118	5,1	28,0	21	115	5,5
Нижегородский   Nizhnegorskiy	–4,7	20	117	5,9	26,3	20	121	6,1
Никита   Nikita	0,6	25	119	4,8	26,3	20	114	5,7
Почтовое   Pochtovoje	–3,0	26	117	4,5	25,8	21	113	5,4
Феодосия   Feodosia	–2,7	23	131	5,7	27,9	18	119	6,6
Херсонесский маяк Chersonesos Lighthouse	0,6	24	96	4,0	26,3	20	123	6,2
Черноморское   Chernomorskoye	–3,2	18	101	5,6	26,0	20	120	6,0
Ялта   Yalta	1,2	25	113	4,5	27,8	22	129	5,9
Среднее   Mean	–3,0	23	116	5,0	26,0	20	115	6,0

ратуры волны жары, а также минимальным значением температуры волны холода и пороговым значением;

- интенсивность волны, определяемая как суммарное количество градусов ниже (в случае волны холода) или выше порогового значения (в случае волны жары);
- фактор избыточного холода или жары, полученный как осреднённая за период волны суммарная разность температуры от порогового значения.

Проведённый анализ амплитуды волны показал, что волны жары и холода для каждой станции подчиняются следующим закономерностям: самые длинные волны жары обычно имеют наибольшую амплитуду, при этом её значение варьируется в пределах (3,2–6,6) °С, так же, как и самые длинные волны холода тоже имеют наибольшую амплитуду в пределах (9,7–20,1) °С. Волны жары с максимальными амплитудами чаще всего наблюдаются в районе южного берега Крыма и Арабатской Стрелки.

Так, максимальная амплитуда среднесуточной температуры воздуха в волне жары длительностью 15 дней составила 6,6 °С и наблюдалась на станции Никита 08.08.2010 (рис. 2, а). Эта волна жары имела два пика максимумов (8 и 15 августа 2010 г.), которые достигали 34,2 и 32,2 °С, соответственно.

Для амплитуды волн холода характерно широтное распределение с максимальными амплитудами в центральной части Крымского полуострова. Максимальная амплитуда среднесуточной температуры воздуха в волне холода наблюдалась на станции Нижнегорский 20,1 °С (рис. 2, б). Волна холода, зафиксированная в период с 20 по 29 января 2006 г. (10 дней), в первый день характеризовалась резким падением температуры воздуха на 11,4 °С. Минимальная среднесуточная температура воздуха наблюдалась на 4 день волны (23.01.2006) и составила –24,8 °С.

Максимальная интенсивность отдельной волны жары на полуострове колеблется в пределах 17,2–51,3 °С,

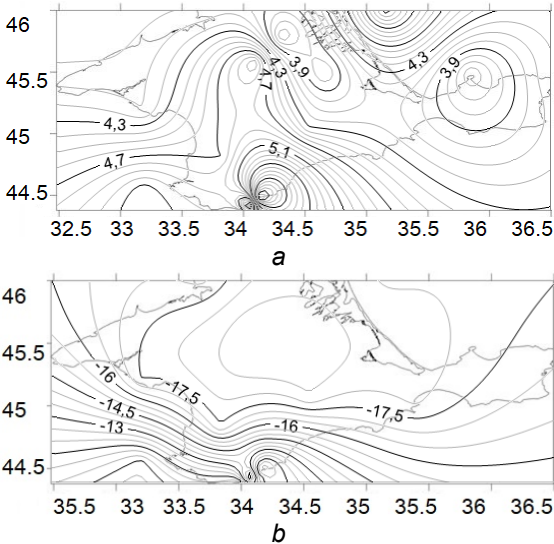
**Таблица 2.** Повторяемость различной продолжительности волн холода (2006–2021 гг.), %

**Table 2.** Frequency and duration of cold waves (2006–2021) (%)

Станции Stations	Продолжительность, дни Duration, days			Число случаев Number of cases	Максимальная продолжительность волны Maximum wave duration
	3–7	8–10	≥11		
Ай-Петри   Ai-Petri	19 (95,0%)	1 (5,0%)	–	20 (100%)	8 дней (2021)
Алушта   Alushta	23 (92,0%)	1 (4,0%)	1 (4,0%)	25 (100%)	12 дней (2012)
Ангарский перевал Angarsk Pass	20 (95,2%)	1 (4,8%)	–	21 (100%)	12 дней (2012)
Белогорск   Belogorsk	19 (82,7%)	2 (8,6%)	2 (8,6%)	23 (100%)	18 дней (2012)
Владиславовка   Vladislavovka	17 (77,3%)	3 (13,6%)	2 (9,1%)	22 (100%)	19 дней (2012)
Джанкой   Dzhan koy	18 (81,8%)	2 (9,1%)	2 (9,1%)	22 (100%)	19 дней (2012)
Евпатория   Eupatoria	18 (81,8%)	2 (9,1%)	2 (9,1%)	22 (100%)	19 дней (2012)
Ишунь   Ishun	16 (76,1%)	3 (14,3%)	2 (9,5%)	21 (100%)	19 дней (2012)
Казантип   Kazantip	18 (81,8%)	3 (13,6%)	1 (4,6%)	22 (100%)	19 дней (2012)
Керчь   Kerch	18 (81,8%)	2 (9,5%)	2 (9,5%)	22 (100%)	19 дней (2012)
Клепинино   Klepinino	20 (80,0%)	4 (16,0%)	1 (4,0%)	25 (100%)	19 дней (2012)
Курортное   Kurortnoye	19 (82,6%)	2 (8,6%)	2 (8,8%)	23 (100%)	18 дней (2012)
Нижнегорский   Nizhnegorskiy	16 (80,0%)	2 (10,0%)	2 (10,0%)	20 (100%)	19 дней (2012)
Никита   Nikita	21 (84,0%)	3 (12,0%)	1 (4,0%)	25 (100%)	10 дней (2008)
Почтовое   Pochtovoje	22 (53,9%)	4 (15,4%)	–	26 (100%)	10 дней (2008)
Феодосия   Feodosia	18 (78,2%)	3 (13,0%)	2 (8,8%)	23 (100%)	19 дней (2012)
Херсонесский маяк Chersonesos Lighthouse	23 (95,8%)	1 (4,2%)	–	24 (100%)	10 дней (2006)
Черноморское   Chernomorskoye	14 (77,7%)	3 (16,7%)	1 (5,6%)	18 (100%)	19 дней (2012)
Ялта   Yalta	22 (88,0%)	3 (12,0%)	–	25 (100%)	10 дней (2006)
Сумма   Sum	361 (84,2%)	45 (5,8%)	23 (10,0%)	429 (100%)	19 дней (2012)

волны холода:  $-29,3-(-153,8)$  °C. На рис. 3 представлена максимальная интенсивность волн жары и холода для каждой станции за весь период исследования. Установлено, что волны жары с максимальной интенсивностью характерны для высотных станций западного побережья полуострова, для волн холода максимальной интенсивности характерно широтное распределение с максимумом в центральной части Крымского полуострова (рис. 3, *a, b*). Наиболее продолжительные волны жары с максимальной интенсивностью характерны для береговых зон, а для волн холода с максимальной интенсивностью свойственно широтное распределение: чем севернее, тем продолжительнее волны (рис. 3, *c, d*).

Учитывая, что такой показатель, как «интенсивность волны», определяется как суммарное количество градусов ниже или выше порогового значения и не учитывает продолжительность волны, следовательно, он показывает только суммарное превышение или понижение температуры в волне по отношению к пороговым значениям. Для проведения сравнительного анализа волн различной



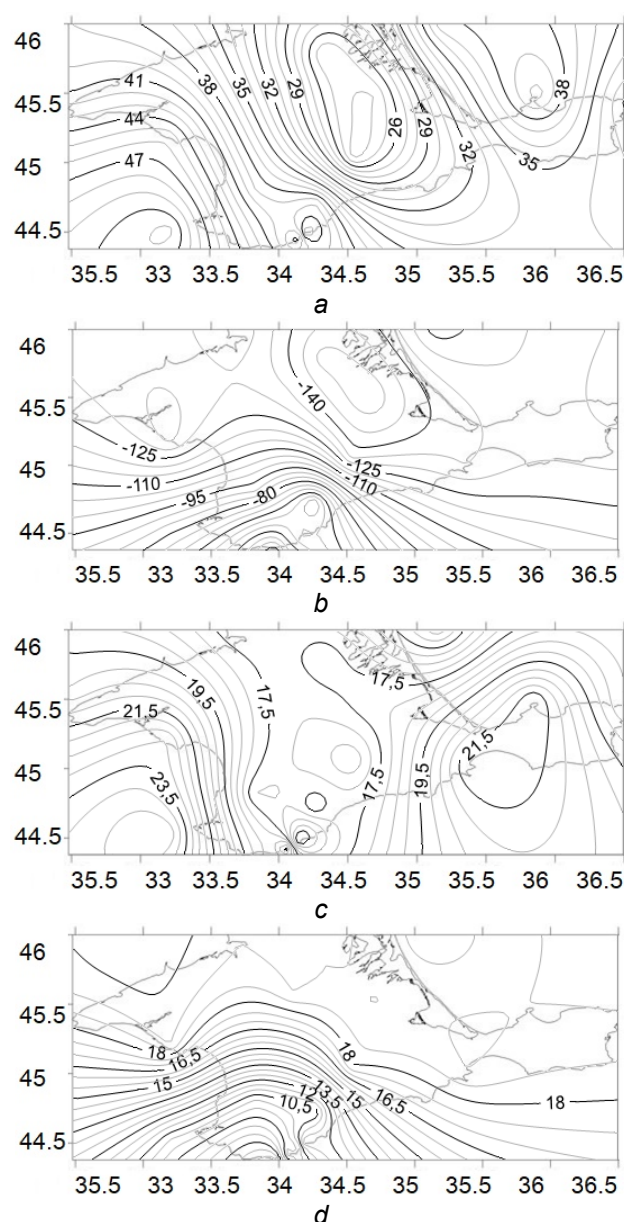
**Рис. 2.** Пространственное распределение максимальных значений амплитуды волн жары (*a*) и холода (*b*).  
**Fig. 2.** Spatial distribution of the maximum values of the amplitude of heat (*a*) and cold (*b*) waves.

**Таблица 3.** Повторяемость различной продолжительности волн жары (2006–2021 гг.),%

**Table 3.** Frequency and duration of heat waves (2006–2021) (%)

Станции Stations	Продолжительность, дни Duration, days			Число случаев Number of cases	Максимальная продолжительность волны Maximum wave duration
	3–7	8–10	≥11		
Ай-Петри   Ai-Petri	17 (85,0%)	1 (5,0%)	2 (10,0%)	20 (100%)	18 дней (2010)
Алушта   Alushta	14 (73,7%)	3 (15,8%)	2 (10,5%)	19 (100%)	15 дней (2010)
Ангарский перевал   Angarsk Pass	15 (79,0%)	2 (10,5%)	2 (10,5%)	19 (100%)	18 дней (2010)
Белогорск   Belogorsk	16 (84,3%)	1 (5,3%)	2 (10,5%)	19 (100%)	16 дней (2010)
Владиславовка   Vladislavovka	15 (79,0%)	2 (10,5%)	2 (10,5%)	19 (100%)	18 дней (2010)
Джанкой   Dzhan koy	16 (84,3%)	1 (5,3%)	2 (10,5%)	19 (100%)	18 дней (2010)
Евпатория   Eupatoria	18 (81,8%)	2 (9,0%)	2 (9,0 %)	22 (100%)	23 дней (2010)
Ишунь   Ishun	14 (77,9%)	3 (16,6%)	1 (5,5%)	18 (100%)	17 дней (2010)
Казантип   Kazantip	15 (78,9%)	2 (10,5%)	2 (10,5%)	19 (100%)	22 дней (2010)
Керчь   Kerch	15 (83,3%)	1 (5,6%)	2 (11,1%)	18 (100%)	18 дней (2010)
Клепинино   Klepinino	17 (81,0%)	2 (9,5%)	2 (9,5%)	21 (100%)	17 дней (2010)
Курортное   Kurortnoye	16 (76,2%)	3 (14,3%)	2 (9,5%)	21 (100%)	14 дней (2010)
Нижнегорский   Nizhnegorskiy	16 (80,0%)	2 (10,0%)	2 (10%)	20 (100%)	14 дней (2010)
Никита   Nikita	15 (75,0%)	4 (20,0%)	1 (5,0%)	20 (100%)	15 дней (2010)
Почтовое   Pochtovoje	18 (85,7%)	1 (4,8%)	2 (9,5%)	21 (100%)	17 дней (2010)
Феодосия   Feodosia	13 (72,1%)	3(16,7%)	2 (11,2%)	18 (100%)	22 дней (2010)
Херсонесский маяк Chersonesos Lighthouse	16 (80,0%)	3 (15,0%)	1 (5,0%)	20 (100%)	25 дней (2010)
Черноморское   Chernomorskoye	15 (75,0%)	4 (20,0%)	1 (5,0%)	20 (100%)	20 дней (2010)
Ялта   Yalta	17 (77,3%)	3 (13,6%)	2 (9,1%)	22 (100%)	20 дней (2010)
Всего   Total	298 (79,5%)	41 (10,9%)	36 (9,6%)	375 (100%)	25 дней (2010)



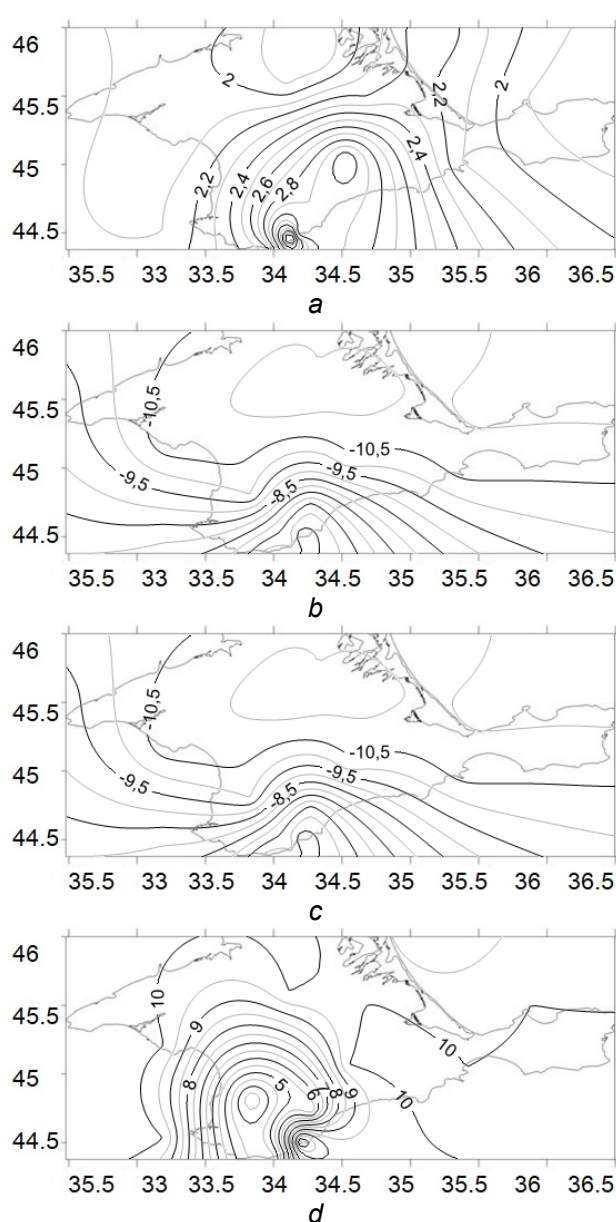


**Рис. 3.** Пространственное распределение максимальных значений интенсивности волн жары (а) и холода (б); продолжительность волн жары (с) и холода (д) с максимальной интенсивностью.

**Fig. 3.** Spatial distribution of the maximum intensity values of heat (a) and cold (b) waves; duration of heat (c) and cold (d) waves with maximum intensity.

продолжительности мы используем фактор избыточного холода или жары, рассчитывая его как осреднённую за период волны суммарную разность температуры от порогового значения.

Максимальные значения фактора избыточной жары колеблются в пределах 1,8–4,0 °С/кол-во дней в волне, фактора избыточного холода: –5,1–(–11,5) °С/кол-во дней в волне. Волны с максимальными значениями фактора избыточной жары характерны для станций южного побережья, для волн с максимальными значениями фактора избыточного холода характерно широтное распределение



**Рис. 4.** Пространственное распределение максимальных значений фактора избыточной жары (а) и избыточного холода (б); продолжительность волн жары (с) и холода (д) с максимальными значениями фактора.

**Fig. 4.** Spatial distribution of the maximum values of the factor of excess heat (a) and excess cold (b); duration of heat (c) and cold (d) waves with maximum values of the factor.

с максимумом в центральной части Крымского полуострова (рис. 4, а, б).

Наиболее продолжительные волны с максимальными значениями фактора избыточной жары характерны для западного побережья, для волн с максимальными значениями фактора избыточного холода выделяется зона минимальных значений продолжительности волн в районе высотных станций, а также на самых южных станциях (рис. 4, с, д).

Относительно распределения волн в течение года можно отметить следующую закономерность: на территории Крымского полуострова волны холода наблюдаются

с декабря по март, волны жары — с июня по сентябрь (табл. 4).

Для территории Крымского полуострова весенние месяцы (начиная с апреля) являются наиболее комфортными, редкие волны жары фиксируются только в июне (11 случаев), имея за весь период небольшую суммарную интенсивность по всему Крымскому полуострову (55,9 °C). Наиболее жаркими месяцами в Крыму являются июль (157 случаев) и август (206 случаев), для которых характерна максимальная суммарная интенсивность (1007,1 и 1897,7 °C, соответственно). В сентябре за весь период наблюдения зафиксирован всего один случай волны жары на высотной станции Ай-Петри. Несмотря на то, что на Крымском полуострове низкие температуры кратковременны и не обладают устойчивостью, зимы здесь довольно холодные, особенно некомфортно в прибрежных районах с повышенной влажностью и сильными постоянными ветрами. Волны холода наблюдаются с декабря по март. При этом наибольшее число случаев с волнами холода за период 2006–2021 гг. зафиксировано в январе (164 случая) и в феврале (194 случая), наименьшее — в марте (7 случаев), максимальную суммарную для полуострова интенсивность волны холода имеют также в январе (–4518,1 °C) и феврале (–3884,0 °C), минимальную — в марте (–39,1 °C). Всего около 10% приходится на волны холода длительностью  $\geq 11$  дней, однако на всей территории региона отмечены волны холода продолжительностью около 20 дней с амплитудой волны до 20,0 °C.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Суммарно на волны длительностью более 4 дней приходится от 70% волн жары до 50% для волн холода от общего числа волн. Самые длинные волны обычно имеют наибольшую амплитуду, которая у волн жары более чем в три раза меньше, чем волн холода, и её значение варьируется в пределах (3,2–6,6 °C) для волн жары и в пределах (9,7–20,1 °C) для волн холода. Наиболее продолжительные волны жары с максимальной интенсивностью 17,2–51,3 °C характерны для западного побережья, для волн холода с максимальной интенсивностью –29,3–(–153,8) °C свойственно широтное распределение: чем севернее, тем продолжительнее волны. Волны с максимальными значениями фактора избыточной жары 1,8–4,0 °C/кол-во дней в волне характерны для станций южного побережья, для волн с максимальными значениями фактора избыточного холода характерно широтное распределение –5,1–(–11,5) °C/кол-во дней в волне. Распределения волн в течение года показывают следующую закономерность: на территории Крымского полуострова волны холода наблюдаются с декабря по март, волны жары — с июня по сентябрь, при этом суммарная интенсивность волн холода более чем в два раза больше волн жары.

Как показано в [24], достоверное повышение смертности установлено при среднесуточной температуре, превышающей 97–98%-й процентиля в течение 5–7 последовательных дней (короткие волны) или более 7 дней (длинные волны). В этой связи использование 97%-го процентиля позволяет не только установить достоверный порог, но и сравнить результаты для разных территорий. Значения 97%-го процентиля для станций Крымского полуострова доходят до 28,1 °C. Полученные значения несколько ниже пороговых значений для ряда южных городов европейской части России [24]: +29,0 °C в Волгограде, +28,6 °C в Астрахани, +28,2 °C в Краснодаре. Связано это, в первую очередь, с географическим положением Крымского полуострова, который изолирован от континентальной части акваториями Чёрного и Азовского морей, что оказывает смягчающее влияние на суточные, сезонные и годовые колебания приземной температуры воздуха.

При этом в этих городах дополнительная смертность — количество умерших на 100 тыс. населения — во время волн жары составила 7,6 (6,7–8,5) случаев в Волгограде; 8,5 (7,5–9,6) в Краснодаре и 10,8 (9,3–12,2) в Астрахани. Полученные результаты свидетельствуют о том, что длительные периоды аномальной жары являются чрезвычайно напряжёнными и стрессовыми периодами для организма, адаптация человека в этих условиях достигается путём большого напряжения и сложной перестройки систем всего организма.

Проводя сравнение полученных результатов с исследованиями, представленными в [24], необходимо учитывать, что длительность определённых в [24] волн жары (5–7 дней — короткие волны, более 7 дней — длинные волны) несколько отличается от использованных нами градаций: 3–7 дней, которым соответствует число случаев волн жары 298 (79,5%) и 8–10 дней с числом случаев 41 (10,9%). Связано это, в первую очередь, с необходимостью учёта 3- и 4-дневных волн жары, на которые в Крыму приходится 29,6% и 18,9%, соответственно, что составляет 48,5% от всех выявленных волн жары и 61,8% от всех выявленных волн холода. Используемая градация соответствует временной шкале синоптического масштаба и хорошо соотносится с горизонтальными размерами атмосферных образований, приводящих к формированию термических волн. В наибольшей степени это имеет отношение к 3–4-дневным волнам холода, которые чаще всего образуются на холодных фронтах II типа, в этом случае волна холода сопровождается значительным и быстрым падением атмосферного давления, резким усилением ветра, сильными осадками, что может существенно увеличить риск сердечно-сосудистых и респираторных заболеваний.

При определении волны холода по 3%-му процентилю среднесуточной температуры воздуха показан относительный прирост смертности, равный 10% в расчёте на каждый день волны, что значительно меньше,

**Таблица 4.** Число волн жары, холода и их суммарная интенсивность (2006–2021 гг.), °C**Table 4.** Number of heat waves, cold waves and their total intensity (2006–2021) (°C)

Станции Stations	Волны холода   Cold waves				Волны тепла   Heat waves			
	декабрь Dec	январь Jan	февраль Feb	март Mar	июнь Jun	июль Jul	август Aug	сентябрь Sep
Ай-Петри   Ai-Petri	4/–31,9	8/–123,4	7/–92,7	1/–12,5	–	7/51,9	12/121,7	1/2,2
Алушта   Alushta	6/–51,8	6/–50,5	12/–201,2	1/–6,9	–	7/50,9	12/141,7	–
Ангарский перевал Angarsk Pass	4/–43,1	9/–173,5	7/–102,9	1/–6,2	–	7/62,2	12/150,5	–
Белогорск   Belogorsk	4/–28,1	8/–288,9	11/–275,0	–	2/13,6	9/57,1	8/63,4	–
Владиславовка   Vladislavovka	4/–33,7	7/–300,2	11/–295,0	–	–	10/60,5	9/64,9	–
Джанкой   Dzhan koy	4/–31,9	7/–302,1	11/–285,5	–	–	10/60,5	9/64,9	–
Евпатория   Eupatoria	3/–29,6	9/–301,3	10/–258,2	–	–	8/50,9	14/116,6	–
Ишунь   Ishun	2/–25,1	9/–302,8	10/–237,7	–	2/6,3	7/52,7	9/74,3	–
Казантип   Kazantip	2/–12,5	8/–236,9	10/–257,8	2/–10,4	1/3,0	9/57,6	9/70,6	–
Керчь   Kerch	3/–21,0	8/–249,2	11/–272,2	–	–	6/45,5	12/75,4	–
Клепинино   Klepinino	3/–25,0	9/–275,3	13/–294,8	–	2/3,6	10/64,7	9/77,4	–
Курортное   Kurortnoye	4/–28,4	9/–231,9	10/–221,7	–	–	8/53,2	13/137,1	–
Нижнегорский   Nizhnegorskiy	1/–18,6	8/–320,4	11/–284,7	–	1/9,3	11/69,9	8/61,1	–
Никита   Nikita	3/–23,9	11/–174,9	10/–126,3	1/–1,6	–	8/69,7	12/159,3	–
Почтовое   Pochtovoje	5/–51,2	12/–288,4	9/–134,3	–	1/7,9	9/67,7	11/90,5	–
Феодосия   Feodosia	3/–20,2	8/–275,1	12/–269,1	–	–	8/54,0	10/88,8	–
Черноморское Chernomorskoye	2/–15,9	8/–239,9	8/–228,2	–	1/9,6	7/36,2	12/98,0	–
Ялта   Yalta	4/–32,3	9/–147,7	11/–114,5	1/–1,6	1/2,6	8/56,7	13/147,9	–
Херсонесский маяк Chersonesos Lighthouse	3/–25,4	11/–235,6	10/–117,9	–	–	8/36,1	12/93,6	–
За период   For the period	64*/ –549,4**	164/ –4518,1	194/ –3884,0	7/ –39,1	11/ 55,9	157/ 1007,1	206/ 1897,7	1/ 2,2

Примечание: в числителе \* представлены число случаев; в знаменателе \*\* максимальная суммарная для полуострова интенсивность волны холода или жары.

Note: in the numerator \* the number of cases is presented; in the denominator \*\* the maximum total intensity of a cold or heat wave on the peninsula.

чем при волнах жары [24]. Значения 3%-го перцентиля для территории Крымского полуострова варьируются от –7,7 до 1,4 °C. Около 42% волн холода приходятся на короткие волны (продолжительностью 3 дня), при этом наиболее сильное влияние на здоровье человека выявлено при коротких волнах по сравнению с длинными (отсроченное воздействие составляет 2–3 дня) [24]. В зоне высокого риска находятся лица старшей возрастной группы с болезнями системы кровообращения, когда волны холода способствуют появлению инфекционных респираторных заболеваний, что может усилить ранее существовавшие лёгочные заболевания, приводя к жертвам в краткосрочной и среднесрочной перспективе.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, исследования показали, что ежегодно на станциях Крымского полуострова формируются от 1 до 4 волн холода и жары. Несмотря на то, что территория Крымского полуострова характеризуется тёплым и влажным климатом, суммарная интенсивность волн холода более чем в два раза превышает суммарную интенсивность волн жары.

Несмотря на прогнозируемое снижение количества волн холода в результате современных климатических изменений, угрозы здоровью, связанные с волнами жары, вызывают значительно большую озабоченность, особенно

в южных районах. Адаптация к жаре может не быть достигнута в должной степени в связи с резкими изменениями температуры воздуха, либо адаптация организма может быть ограничена, особенно в случаях длительных волн жары, имеющих несколько максимумов.

Особенности географического расположения Крымского полуострова предопределили развитие здесь обширного туристско-рекреационного комплекса. Именно географические условия и их важнейшая составляющая — климатические факторы, определяющие параметры волн жары и холода и характеризующие экстремальные проявления термического режима, — требуют постоянного мониторинга. Современная оценка этих характеристик в районах основных центров климатотерапии, расположенных на территории Крымского полуострова, с использованием 3%-го и 97%-го процентилей многолетнего распределения среднесуточных температур в летний и зимний периоды позволяет контролировать изменение климатических рисков для здоровья населения.

Полученные результаты свидетельствуют о необходимости систематизации волн жары и холода, наблюдающихся на территории Крымского полуострова по различным параметрам. Это позволит внедрить систему раннего оповещения о наступлении температурных волн жары и холода с одновременным использованием комплекса профилактических мер для населения.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Источник финансирования.** Работа выполнена по теме Морского гидрофизического института № FNNN-2021-0002 «Фундаментальные исследования процессов взаимодействия в системе океан-атмосфера, определяющих региональную пространственно-временную изменчивость природной среды и климата» (Шифр «Взаимодействие океана и атмосферы»).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Houghton J.T., Ding Y., Griggs D.J., et al., editors. Climate change 2001: the scientific basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge : Cambridge University Press, 2001. 893 p.
2. Tank A.K., Wijngaard A., van Engelen A. Climate of Europe: assessment of observed daily temperature and precipitation extremes. Netherlands, Royal Dutch Meteorological Institute. 2002. 36 p.
3. Rahmstorf S., Coumou D. Increase of extreme events in a warming world // PNAS. 2011. Vol. 108, N 44. P. 17905–17909. doi: 10.1073/pnas.1101766108
4. Катцов В.М., Павлова Т.В., Говоркова В.А., и др. Сценарные прогнозы изменений климата на территории России в XXI веке на основе ансамблевых расчётов с моделями СМIP6 // Труды Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова. 2022. Вып. 604. С. 5–54.
5. Распоряжение Правительства РФ от 11 марта 2023 г. № 559-р «Об утверждении национального плана мероприятий вто-

**Конфликт интересов.** Автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

**Вклад авторов.** Т.Е. Данова — постановка задачи, обзор литературы, сбор и анализ литературных источников, проведение исследования, написание текста и редактирование статьи. Автор подтверждает соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, одобрение финальной версии перед публикацией).

**Благодарности.** Автор выражает благодарность коллективу электронного ресурса «Расписание погоды» (<http://rp5.ru>) за составление архива приземного анализа погоды, коллективу электронного ресурса «Росстат» (<https://82.rosstat.gov.ru>) за предоставление статистической информации по населению Крымского полуострова.

## ADDITIONAL INFORMATION

**Funding source.** The work was done within the framework of the topic of Marine Hydrophysical Institute No. FNNN-2021-0002 “Fundamental Studies of Processes of Interaction in the Ocean-Atmosphere System, Which Determine the Regional Spatial-Temporal Variability of the Natural Environment and Climate” (Code “Ocean-Atmosphere Interaction”).

**Competing interests.** The author declare that they have no competing interests.

**Author contribution.** T.E. Danova — problem statement, literature review, collection and analysis of literary sources, conducting research, preparation and writing of the text of the article. The author confirms that his authorship meets the international ICMJE criteria (significant contribution to the development of the concept, research and preparation of the article, approval of the final version before publication).

**Acknowledgments.** The author expresses gratitude to the team of the electronic resource “Weather Schedule” (<http://rp5.ru>) for compiling an archive of surface weather analysis, and the team of the electronic resource “Rosstat” (<https://82.rosstat.gov.ru>) for providing statistical information on the population of the Crimean Peninsula.

рого этапа адаптации к изменениям климата на период до 2025 года». Режим доступа: <http://static.government.ru/media/files/DzVPGll7JgT7QYRoogphpW69KKQREGTB.pdf> Дата обращения: 03.09.2023.

6. Аментьева Е.М., Хлебникова Е.М., Гаврилова С.Ю., Ефимов С.В. Доклад о научно-методических основах для разработки стратегий адаптации к изменениям климата в Российской Федерации (в области компетенции Росгидромета). Санкт-Петербург; Саратов : Амирит. 2020. 120 с.
7. Постановление Правительства РФ от 11 августа 2014 г. № 790 «Об утверждении федеральной целевой программы «Социально-экономическое развитие Республики Крым и г. Севастополя до 2025 года»» Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/420213682> Дата обращения: 03.09.2023.
8. Hartz D.A., Golden J.S., Sister C., et al. Climate and heat-related emergencies in Chicago, Illinois (2003–2006) // International Journal of Biometeorology. 2012. Vol. 56, N 1. P. 71–83. doi: 10.1007/s00484-010-0398-x



9. Scalley B.D., Spicer T., Jian L., et al. Responding to heatwaves intensity: excess heat factor is a superior predictor of health service utilisation and a trigger for heatwaves plans // *Australian and New Zealand Journal of Public Health*. 2015. Vol. 39, N 6. P. 582–587. doi: 10.1111/1753-6405.12421
10. Basarin B., Lukić T., Matzarakis A. Quantification and assessment of heat and cold waves in Novi Sad, Northern Serbia // *International Journal of Biometeorology*. 2016. Vol. 60, N 1. P. 139–150. doi: 10.1007/s00484-015-1012-z
11. World Health Organization. Preventing harmful health effects of heat-waves. Copenhagen. 2006.
12. Knowlton K., Rotkin-Ellman M., King G., et al. The 2006 California heat wave: impacts on hospitalization and emergency department visits // *Environmental Health Perspectives*. 2009. Vol. 117, N 1. P. 61–67. doi: 10.1289/ehp.11594
13. Barnett A.G., Hajat S., Gasparrini A., Rocklöv J. Cold and heat waves in the United States // *Environmental Research*. 2012. Vol. 112. P. 218–224. doi: 10.1016/j.envres.2011.12.010
14. Стефанович А.А., Воскресенская Е.Н. Изменения комплексных биоклиматических показателей в Крыму с середины XX века // *Экология человека*. 2023. Т. 30, № 1. С. 65–77. doi: 10.17816/humeco111767
15. Данова Т.Е., Никифорова М.П. Отклик рекреационных ресурсов Крымского полуострова на современные климатические изменения // *Вестник Удмуртского университета. Серия: Биология. Науки о Земле*. 2016. Т. 26, № 2. С. 142–151.
16. Данова Т.Е. Причины тепловых заболеваний в туристических поездках и пути адаптации в условиях современных климатических изменений. В кн.: *Проблемы и перспективы развития туризма в Южном федеральном округе*. Симферополь: ООО «Издательство Типография «Ариал»; 2016. С. 133–137. EDN: WWVADB
17. Данова Т.Е., Никифорова М.П. Современная динамика комплексных биоклиматических показателей в курортный сезон на Крымском полуострове // *Экология человека*. 2018. Т. 25, № 1. С. 8–14. doi: 10.33396/1728-0869-2018-1-8-14
18. Ефимов В.В., Комаровская О.И., Баянкина Т.М. Временные характеристики и синоптические условия образования экстремальной новороссийской боры // *Морской гидрофизический журнал*. 2019. Т. 35, № 5. С. 409–422. doi: 10.22449/0233-7584-2019-5-409-422
19. Nairn J.R., Fawcett R.J.B. The Excess Heat Factor: A Metric for Heatwave Intensity and Its Use in Classifying Heatwave Severity // *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2014. Vol. 12, N 1. P. 227–253. doi: 10.3390/ijerph120100227
20. Sheridan S.C., Allen M.J. Temporal trends in human vulnerability to excessive heat // *Environmental research letters*, 2018. Vol. 13, N 4. P. 043001. doi: 10.1088/1748-9326/aab214
21. Шапошников Д.А., Ревич Б.А. О некоторых подходах к вычислению рисков температурных волн для здоровья // *Анализ риска здоровью*. 2018. № 1. С. 22–31. doi: 10.21668/health.risk/2018.1.03
22. Wang L., Liu T., Hu M., et al. The impact of cold spells on mortality and effect modification by cold spell characteristics // *Scientific Reports*. 2016. Vol. 6. P. 38380. doi: 10.1038/srep38380
23. Zhou M.G., Wang L.J., Liu T., et al. Health impact of the 2008 cold spell on mortality in subtropical China: the climate and health impact national assessment study (CHINAs) // *Environmental Health*. 2014. Vol. 13. P. 60. doi: 10.1186/1476-069X-13-60
24. Ревич Б.А., Григорьева Е.А. Риски здоровью российского населения от погодных экстремумов в начале XXI в. Часть 1. Волны жары и холода // *Проблемы анализа риска*. 2021. Т. 18, № 2. С. 12–33. doi: 10.32686/1812-5220-2021-18-2-12-33
25. Díaz J., García R., López C., et al. Mortality impact of extreme winter temperatures // *International Journal of Biometeorology*. 2005. Vol. 49, N 3. P. 179–183. doi: 10.1007/s00484-004-0224-4
26. Barriopedro D., Fischer E.M., Luterbacher J., et al. The hot summer of 2010: Redrawing the temperature record map of Europe // *Science*. 2011. Vol. 332, N 6026. P. 220–224. doi: 10.1126/science.1201224
27. 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.
28. 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. Т. 18, № 5. С. 29–33. doi: 10.17116/profmed201518529-33

## REFERENCES

1. Houghton JT, Ding Y, Griggs DJ, et al., editors. *Climate change 2001: the scientific basis*. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press; 2001. 893 p.
2. Tank AK, Wijngaard A, van Engelen A. *Climate of Europe: assessment of observed daily temperature and precipitation extremes*. Netherlands, Royal Dutch Meteorological Institute. 2002. 36 p.
3. Rahmstorf S, Coumou D. Increase of extreme events in a warming world. *PNAS*. 2011;108(44):17905–9. doi: 10.1073/pnas.1101766108
4. Kattsov VM, Pavlova TV, Govorkova VA, et al. Climate change projections over the territory of Russia through the XXI century based on ensembles of CMIP6 models. *Voeikov Main Geophysical Observatory*. 2022;604:5–54.
5. Order of the Government of the Russian Federation of 11 March 2023 No 559-p "Ob utverzhdenii natsional'nogo plana meropriyatii vtorogo etapa adaptatsii k izmeneniyam klimata na period do 2025 goda" Available from: <http://static.government.ru/media/files/DzVPGli7JgT7QYRoogphpW69KKQREGTB.pdf> (In Russ).
6. Akent'eva EM, Hlebnikova EM, Gavrilova SYu, Efimov SV. *Doklad o nauchno-metodicheskikh osnovakh dlya razrabotki strategij adaptatsii k izmeneniyam klimata v Rossijskoj Federacii (v oblasti kompetencii Rosgidrometa)*. Saint Petersburg; Saratov: Amirit. 2020. 120 p. (In Russ).
7. Decree of the Government of the Russian Federation of 11 August 2014 No. 790 "Ob utverzhdenii federal'noi tselevoi programmy "Sotsial'no-ehkonomicheskoe razvitie Respubliki Krym i g. Sevastopolya do 2025 goda" Available from: <https://docs.cntd.ru/document/420213682> (In Russ).



8. Hartz DA, Golden JS, Sister C, et al. Climate and heat-related emergencies in Chicago, Illinois (2003–2006). *International Journal of Biometeorology*. 2012;56:71–83. doi: 10.1007/s00484-010-0398-x
9. Scalley BD, Spicer T, Jian L, et al. Responding to heatwaves intensity: excess heat factor is a superior predictor of health service utilisation and a trigger for heatwaves plans. *Australian and New Zealand Journal of Public Health*. 2015;39(6):582–587. doi: 10.1111/1753-6405.12421
10. Basarin B, Lukić T, Matzarakis A. Quantification and assessment of heat and cold waves in Novi Sad, Northern Serbia. *International Journal of Biometeorology*. 2016;60(1):139–150. doi: 10.1007/s00484-015-1012-z
11. World Health Organization. *Preventing harmful health effects of heat-waves*. Copenhagen. 2006.
12. Knowlton K, Rotkin-Ellman M, King G, et al. The 2006 California heat wave: impacts on hospitalization and emergency department visits. *Environmental Health Perspectives*. 2009;117(1):61–67. doi: 10.1289/ehp.11594
13. Barnett AG, Hajat S, Gasparrini A, Rocklöv J. Cold and heat waves in the United States. *Environmental Research*. 2012;112:218–224. doi: 10.1016/j.envres.2011.12.010
14. Stefanovich AA, Voskresenskaya EN. Changes in complex bioclimatic indicators in Crimea since the middle of the 20th century. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2023;30(1):65–77. doi: 10.17816/humeco111767
15. Danova TE, Nikiforova MP. Otklik rekreatsionnykh resursov Krymskogo poluostrova na sovremennye klimaticheskie izmeneniya. *Bulletin of Udmurt University. Series Biology. Earth Sciences*. 2016;26(2):142–151. (In Russ).
16. Danova TE. Causes thermal of diseases a tourist trips and ways of adapting in conditions of adapting in conditions of modern climate change. In: *Problems and prospects of tourism development in the Southern federal district*. Simferopol: Publishing House Arial; 2016. P: 133–137. EDN: WWVADB
17. Danova TE, Nikiforova MP. Contemporary dynamics of complex bioclimatic indices during resort season on Crimean Peninsula. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2018;25(1):8–14. doi: 10.33396/1728-0869-2018-1-8-14
18. Efimov VV, Komarovskaya OI, Bayankina TM. Temporal Characteristics and Synoptic Conditions of Extreme Bora Formation in Novorossiysk. *Physical Oceanography*. 2019;26(5):361–373. doi: 10.22449/1573-160X-2019-5-361-373
19. Nairn JR, Fawcett RJB. The Excess Heat Factor: A Metric for Heatwave Intensity and Its Use in Classifying Heatwave Severity. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2014;12(1):227–253. doi: 10.3390/ijerph120100227
20. Sheridan SC, Allen MJ. Temporal trends in human vulnerability to excessive heat. *Environmental research letters*. 2018;13(4):043001. doi: 10.1088/1748-9326/aab214
21. Shaposhnikov DA, Revich BA. On some approaches to calculation of health risks caused by temperature waves. *Health Risk Analysis*. 2018;1:22–31. doi: 10.21668/health.risk/2018.1.03.eng
22. Wang L, Liu T, Hu M, et al. The impact of cold spells on mortality and effect modification by cold spell characteristics. *Scientific Reports*. 2016;6:38380 doi: 10.1038/srep38380
23. Zhou MG, Wang LJ, Liu T, et al. Health impact of the 2008 cold spell on mortality in subtropical China: the climate and health impact national assessment study (CHINAs). *Environmental Health*. 2014;13:60. doi: 10.1186/1476-069X-13-60
24. Revich BA, Grigorieva EA. Health Risks to the Russian Population from Weather Extremes in the Beginning of the XXI Century. Part 1. Heat and Cold Waves. *Issues of Risk Analysis*. 2021;18(2):12–33. doi: 10.32686/1812-5220-2021-18-2-12-33
25. Díaz J, García R, López C, et al. Mortality impact of extreme winter temperatures. *International Journal of Biometeorology*. 2005;49(3):179–183. doi: 10.1007/s00484-004-0224-4
26. Barriopedro D, Fischer EM, Luterbacher J, et al. The hot summer of 2010: Redrawing the temperature record map of Europe. *Science*. 2011;332(6026):220–224. doi: 10.1126/science.1201224
27. Revich BA. Volny zhary, kachestvo atmosfernogo vozduha i smertnost' naseleniya Evropejskoj chasti Rossii letom 2010 goda: rezul'taty predvaritel'noj ocenki. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2011;7:3–9. (In Russ).
28. Revich BA, Shaposhnikov DA, Pershagen G. New epidemiological model for assessment of the impact of extremely hot weather and air pollution on mortality (in case of the Moscow heat wave of 2010). *Profilakticheskaya Meditsina*. 2015;18(5):29–33. (In Russ). doi: 10.17116/profmed201518529-33

## ОБ АВТОРАХ

\* **Данова Татьяна Евгеньевна**, канд. геогр. наук, доцент;  
адрес: Россия, 299911, Севастополь, ул. Капитанская, д. 2;  
ORCID: 0000-0002-9660-8971;  
eLibrary SPIN: 7932-0070;  
e-mail: danova8@mail.ru

## AUTHORS' INFO

\* **Tatiana E. Danova**, Cand. Sci. (Geography), associate professor;  
address: 2 Kapitanskaya st., 299011, Sevastopol, Russia;  
ORCID: 0000-0002-9660-8971;  
eLibrary SPIN: 7932-0070;  
e-mail: danova8@mail.ru

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author