

УДК 551.524 (47) (045)

## ОЦЕНКА НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ТЕРРИТОРИИ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНДЕКСОВ ЭКСТРЕМАЛЬНОСТИ

Ю. П. Переведенцев, Н. А. Мирсаева, В. В. Гурьянов

*Казанский федеральный университет, 420008, ул. Кремлевская, 18  
г. Казань Россия, [ypereved@kpfu.ru](mailto:ypereved@kpfu.ru)*

Представлен краткий обзор работ, посвященных опасным гидрометеорологическим явлениям и последствиям от них для социально-экономической сферы. С использованием рассчитанных индексов экстремальности дана оценка пространственно-временного распределения экстремальных климатических условий на территории Европейской части России (ЕЧР) в период 1980-2022 гг. Выявлены тенденции изменения экстремальных температурно-влажностных характеристики в условиях глобального потепления.

**Ключевые слова:** климатические изменения; индексы экстремальности; опасные явления; неблагоприятные метеорологические условия; тенденции.

## ASSESSMENT OF UNFAVOURABLE METEOROLOGICAL CONDITIONS IN THE EUROPEAN PART OF RUSSIA USING EXTREMITY INDICES

Y. P. Perevedentsev, N. A. Mirsaeva, V. V. Guryanov

*Kazan Federal University, Kremlevskaya str., 18  
420008, Russia, Kazan, [ypereved@kpfu.ru](mailto:ypereved@kpfu.ru)*

A brief review of works devoted to dangerous hydrometeorological phenomena and their consequences for socio-economic sphere is presented. Using the calculated extremality indices the spatial and temporal distribution of extreme climatic conditions on the territory of the European part of Russia (ECR) in the period 1980-2022 is assessed. Trends of changes in extreme temperature and humidity characteristics under conditions of global warming are revealed.

**Keywords:** climatic changes, extremity indices, hazardous phenomena, adverse meteorological conditions, trends.

В последние годы в различных странах мира усиливается внимание к изучению неблагоприятных и опасных условий погоды, оказывающих негативное влияние на мировую экономику и социальную сферу. Так, в работе [4] отмечено, что повышение глобальной приповерхностной температуры сопровождается быстрым ростом числа природных катастроф, в

первую очередь вследствие гидрологических и метеорологических аномалий.

По данным [10] за период с 1980 по 2016 гг. в мире наблюдалось 16 584 опасных явлений (ОЯ) природного характера, причем 80 % из них относились к числу метеорологических или гидрологических явлений. Совокупный ущерб от указанных явлений составил около 4,3 трлн. долларов США.

Число ОЯ в РФ, по данным Росгидромета, ежегодно возрастает в среднем на 6-7 %. В летний период все чаще возникают опасные явления конвективного происхождения — смерчи, шквалы, выпадение града и т. д., зимой — сильные снегопады, метели [1].

Наибольшее число случаев с ОЯ приходится на территории России на май–август. Происходит увеличение числа случаев ущерба от следующих ОЯ (ветер, дождь, наводнения, агрометеорологические явления, экстремальная температуры) [3].

В отмеченных работах рассматриваются вопросы гидрометеорологической уязвимости России, дается оценка ущерба от опасных и неблагоприятных метеорологических явлений. Анализу опасных гидрометеорологических явлений на территории Приволжского федерального округа посвящена статья [8].

В [6] отмечено, что влияние неблагоприятных условий погоды и изменений климата на мировую экономику, в том числе на социально-экономическую системы России, все более усиливается.

В Росгидромете ведутся наблюдения более чем за 30-ю метеорологическими, агрометеорологическими, гидрологическими, морскими и геологофизическими опасными явлениями. Типовой перечень опасных природных явлений приведен в [9].

В [5] предложены подходы и методы оценки ущерба от ОЯ.

Для оценки экстремальных проявлений в изменениях современного климата на территории ЕЧР в работе использовались индексы экстремальности ([http://etccdi.pacificclimate.org/list\\_27\\_indices.shtml](http://etccdi.pacificclimate.org/list_27_indices.shtml)), предложенные в 1999 г. объединенной рабочей группой ВМО по обнаружению изменений климата (ККл/КЛИВАР). Расчеты проводились с использованием ежечасных данных о температуре воздуха и количестве осадков в узлах сетки  $0,25 \times 0,25^\circ$  широты и долготы реанализа ERA5 для периода 1980-2022 гг. Были получены средние многолетние значения индексов экстремальности и линейные тренды (ед./10 лет). При расчете перцентилей использовался базовый период 1981-2010 гг. В более ранних авторских работах [2, 7] представлен анализ пространственно-временной изменчивости температурных и влажностных индексов экстремальности климата на Европейской части России для 1980-2019 гг.

Ввиду ограниченного объема статьи в выводах приводятся результаты анализа пространственно-временного распределения лишь нескольких индексов экстремальности.

1. Распределение индексов экстремальности климата, рассчитанных по реанализу ERA5, по территории ЕЧР в указанный период зависит от широтной инсоляции, западно-восточного переноса, удаленности от Атлантического океана (континентальность климата) и орографических особенностей.

2. Тенденции изменения термических индексов экстремальности хорошо иллюстрируют современное потепление климата:

- число морозных дней (fd) и дней с обледенением (id) уменьшается на всей рассматриваемой территории, но с большей скоростью в северных и южных районах;

- число летних дней (SU) возрастает, особенно на юге и в Причерноморье;

- практически на всей территории наблюдается рост как максимальной (TXx), так и минимальной (TNn) температуры, при этом минимальная температура растет быстрее в высоких широтах (до 1,6 °C/10 лет), а максимальная — на юге ЕЧР (до 1,0 °C/10 лет);

- количество холодных дней (индекс TX10p) уменьшается, а количество теплых дней (индекс TX90p) возрастает.

3. Рассчитанные влажностные индексы экстремальности климата в целом также соответствуют общим тенденциям изменения современного климата: осадки в средней полосе ЕЧР демонстрируют некоторое уменьшение. При этом в структуре изменения общего количества осадков средней полосы (PRCPTOT) выделяются две полосы значимого уменьшения осадков, вытянутых с юго-запада на северо-восток, разделенных областью с низкой значимостью КНЛТ менее -10 мм/10 лет. Такие же области обнаруживаются в тенденции изменения сильных осадков (индексы R10mm и R95pTOT). В то же время общее количество влажных дней с осадками не менее 1 мм в сутки (индекс R1mm) не имеет такой структуры, а лишь демонстрирует разделение ЕЧР на область благоприятную для режима увлажнения к северу от 60° с. ш. и область с уменьшением увлажнения к югу от этой широты. В общих чертах такая картина отмечается и для индекса PRCPTOT.

### **Библиографические ссылки**

1. *Бедрицкий А. И., Коршунов А. А., Шаймарданов М. З.* Влияние опасных гидрометеорологических явлений на устойчивое развитие экономики России // *Метеорология и гидрология*. 2017. № 7. С. 59-67.

2. Гурьянов В. В., Сунгатуллин А. К. Распределение температурных индексов экстремальности на территории Европейской части России в период 1980-2019 гг. // Вестник Удмуртского университета. 2021. Т. 31. Вып. 4. С. 437-442.
3. Коршунов А. А., Шаймарданов В. М., Шаймарданов М. З., Шахов С. И. Повторяемость опасных гидрометеорологических явлений, нанесших социально-экономический ущерб в 1998-2017 гг. // Метеорология и гидрология. 2019. № 11. С. 13-19.
4. Мохов И. И. Изменения климата: причины, риски, последствия, проблемы адаптации и регулирования // Вестник РАН. 2022. Т. 92. № 1. С. 3-14.
5. Оганесян В. В., Стерин А. М. Расчет потенциального финансового ущерба от опасных и неблагоприятных метеорологических явлений на территории Российской Федерации в 1987-2017 гг. // Метеорология и гидрология. 2019. № 12. С. 97-108.
6. Осипов В. И. Природные катастрофы на рубеже XXI века. В сб.: Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях // М. 2001. Вып. 1. С. 54-79; Хандожко Л. А., Коршунов А. А., Фокичева А. А. К вопросу о гидрометеорологической уязвимости России // Ученые записки РГГМУ. 2006. № 3. С. 146-158.
7. Переведенцев Ю. П., Шерстюков Б. Г., Мирсаева Н. А., Шанталинский К. М., Гурьянов В. В. Тенденции изменения основных климатических показателей на территории Приволжского федерального округа в XIX-XXI веках // Фундаментальная и прикладная климатология. 2022. Т. 7. № 2. С. 209-237.
8. Переведенцев Ю. П., Шумихина А. В., Шанталинский К. М., Гурьянов В. В. Опасные гидрометеорологические явления на территории Приволжского федерального округа // Метеорология и гидрология. 2019. № 2. С. 20-30.
9. РД 52.88.699-2008. Положение о порядке действий учреждений и организаций при угрозе возникновения и возникновении опасных природных явлений. М.: Росгидромет, 2008.
11. Munich Re Group Annual Report 2012. 310 p.