

УДК 911.9+556+551.59

## ОЦЕНКА СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОСЛЕДСТВИЙ ОПАСНЫХ ПРИРОДНЫХ ЯВЛЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ БАШКИРИИ

© 2022 г. Д. Ю. Васильев<sup>1,2,3,\*</sup>, Ю. Г. Воронова<sup>1</sup>, С. В. Новиков<sup>1</sup>, В. А. Семенов<sup>3</sup>,  
А. А. Чибилёв<sup>2,\*\*</sup>

<sup>1</sup> Уфимский государственный авиационный технический университет, ул. К. Маркса, 12, Уфа, 450008 Россия

<sup>2</sup> Институт степи Уральского отделения РАН, ул. Пионерская, 11, Оренбург, 460000 Россия

<sup>3</sup> Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН, Пыжевский пер., 3, Москва, 119017 Россия

\*E-mail: [vasilev.dyu@ugatu.su](mailto:vasilev.dyu@ugatu.su)

\*\*E-mail: [orensteppe@mail.ru](mailto:orensteppe@mail.ru)

Поступила в редакцию 25.03.2022 г.

После доработки 06.05.2022 г.

Принята к публикации 18.05.2022 г.

На примере территории Башкирии рассматриваются методические аспекты анализа влияния опасных природных явлений, включающего ранжирование и определение общих характеристик. Используя статистические данные по опасным природным явлениям, числу погибших и материальному ущербу, вычислены значения индекса приведенных потерь за 2012–2020 гг. С помощью индекса приведенных потерь произведены сравнительные оценки опасных природных явлений на территории Башкирии. На основе оперативных данных Государственного комитета Республики Башкортостан по чрезвычайным ситуациям произведено картирование территории республики, выделены районы, подверженные наибольшему воздействию опасных природных явлений. Для территории Башкирии за последние годы отмечен рост числа опасных природных явлений и материального ущерба.

**Ключевые слова:** опасные природные явления, социально-экономические последствия, экстремальные температуры, смерчи, ураганы, наводнения, лесные пожары, индекс приведенных потерь, Башкирия

**DOI:** 10.31857/S0869780922040075

### ВВЕДЕНИЕ

В последние десятилетия пристальное внимание исследователей привлечено к изменениям климата, которые требуют принятия незамедлительных действий, поскольку их результаты носят кумулятивный характер и могут оказывать существенное влияние на человечество в целом, а также на отдельные страны и регионы мира. Необходимо отметить тот факт, что для климатических изменений характерна пространственно-временная неоднородность [2, 3, 11–13, 16], в одних регионах они происходят быстрее, в других медленнее. Очевидное последствие климатических изменений – рост числа опасных природных явлений (ОПЯ) [10, 19, 21, 22], которые являются источником социально-экономических потрясений, приводящих к гибели людей и приносящих огромный материальный ущерб [4, 18, 20]. Увеличение не только числа ОПЯ, но и их масштабов, по всей видимости, является следствием проводимой экологической политики (в нашей стране и некоторых зарубежных странах), а также неадекватного развития методов прогнозирования и оценки природных катастроф. Согласно официальному докладу Бюро по сокращению риска бедствий ООН (<https://www.un.org/ru>), количе-

ство стихийных бедствий с 2000 по 2019 г. удвоилось по сравнению с 1980–1999 гг. За последние 20 лет было зарегистрировано 7348 природных катастроф, из них около 3000 бедствий произошли в Азии, 1800 на американском континенте и примерно 1000 в Африке. В результате погибло более  $10^6$  чел., мировая экономика потеряла около  $3 \cdot 10^{12}$  \$.

Цель настоящего исследования – произвести оценку социально-экономических последствий от ОПЯ для территории Башкирии.

### ТЕРРИТОРИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДАННЫЕ И МЕТОДЫ

По площади (около 143000 км<sup>2</sup>) Башкирия занимает 27-е место среди субъектов Российской Федерации, согласно данным Росстата (<https://rosstat.gov.ru>) численность населения республики по состоянию на 2021 г. составляет 4013786 чел., валовый региональный продукт (ВРП) примерно  $23 \cdot 10^9$  \$. По административно-территориальному устройству территория Башкирии делится на 54 муниципальных района. На рис. 1 серым цветом обозначены районы республики, в которых, по оперативным данным Государствен-

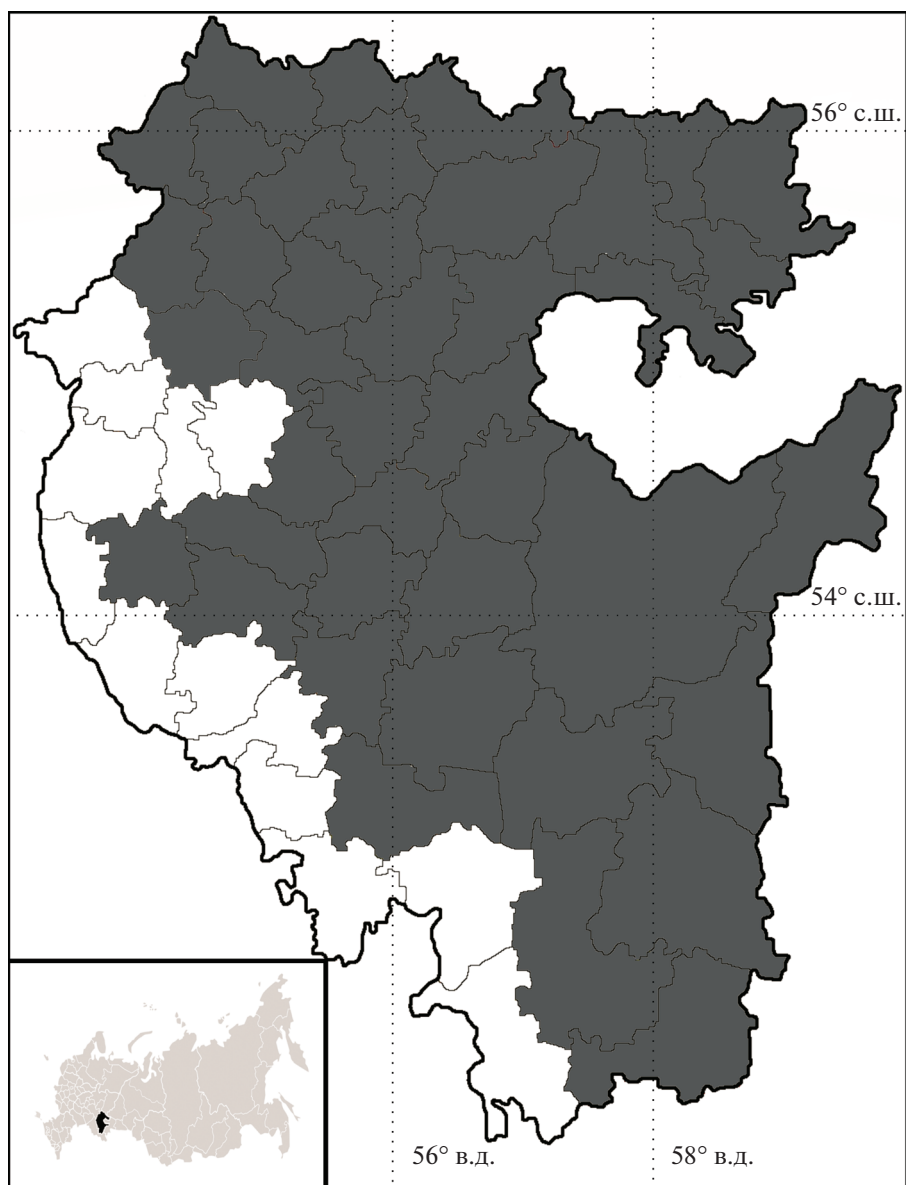


Рис. 1. Карта политико-административного деления Башкирии.

ного комитета Республики Башкортостан по чрезвычайным ситуациям (<https://gkchs.bashkortostan.ru>), чаще всего регистрируются ОПЯ. Базой для анализа послужили данные Главного управления МЧС России по Республике Башкортостан (<https://02.mchs.gov.ru>) и Единой межведомственной информационно-статистической системы (<https://www.fedstat.ru>), находящиеся в открытом доступе.

При исследовании разрушительных сил ОПЯ необходимо иметь единую шкалу для измерения размеров природных катастроф, что позволит сравнивать степень опасности ожидаемых в регионе ОПЯ и сможет повысить эффективность планирования защитных мероприятий. Необходимо констатировать, что на данный момент такой единой шкалы для сравнения ОПЯ не разработано.

На практике для определения размеров природных катастроф используются два показателя:

- число летальных исходов за катастрофу  $C$  (единица измерения ЛИ),
- размер материального ущерба  $M$  (единица измерения рубли или дол. США).

Эти показатели имеют разную размерность, что затрудняет сравнение масштабов природных катастроф. Для преодоления данного препятствия размер катастроф следует считать векторной величиной  $(C, M)$ . Компоненты вектора удобно измерять в единой системе единиц, для этого необходимо показатели  $C$  и  $M$  во время катастрофы выразить в экономической мере. В этом случае необходимо принять, что один человек ежегодно производит материальных ценностей на сумму глобального валового или регио-

нального продукта на душу населения. За базисный период можно принять любой временной интервал (с конкретным экономическим обоснованием). В соответствии с методикой, предложенной в [15], в качестве базового был выбран период 2000–2010 гг., в который, по данным Росстата, значение ВРП Башкирии составляло 145 \$, и было максимальным по сравнению с предыдущим десятилетием. Величину материальных потерь  $K$ , которые понесет регион от гибели одного человека, можно получить следующим образом:

$$K = GDP \cdot ADWL, \quad (1)$$

где  $GDP$  – валовый внутренний/региональный продукт (Gross Domestic Product),  $ADWL$  (Average Duration of Working Life) – условная средняя продолжительность трудовой жизни в Башкирии составляет 31 год.

С учетом этого можно получить единую оценку потерь в виде модуля вектора ( $K \cdot C, M$ ), который вычисляется по формуле:

$$CLI_{\text{вект}} = [(K \cdot C)^2 + M^2]^{1/2}. \quad (2)$$

Учитывая, что величины  $C$  и  $M$  не могут быть отрицательными и изменяются в ограниченном диапазоне значений, можно вместо  $CLI_{\text{вект}}$  (Catastrophe Loss Index) ввести величину, которая в дальнейшем будет именоваться приведенными потерями  $RCL$  (Reduced Catastrophe Loss) и вычисляется по формуле:

$$RCL = K \cdot C + M. \quad (3)$$

Масштабный коэффициент приведения числа погибших  $K$  в (3) имеет размерность дол. США/ЛИ.

С учетом того, что значения  $RCL$  изменяются в широком диапазоне, удобно от самой величины перейти к ее десятичному логарифму. Для этого следует выбрать определенный уровень потерь в качестве репера (отсчетного уровня), например, засуха на территории Башкирии в 2010 г., когда в результате природной стихии погибло 500 чел. Поэтому за единицу потерь примем значение  $CLI_0$ , получающееся по формуле (2) при  $C_0 = 500$  и  $M = 0$ . Затем в качестве индекса величины приведенных потерь при ОПЯ будет использоваться величина  $RCLI$  (Reduced Catastrophe Loss Index), вычисляемая по формуле:

$$RCLI = \lg[C/C_0 + M/(K \cdot C_0)]. \quad (4)$$

Вычисленный таким образом индекс приведенных потерь  $RCLI$  удобен применительно к анализу масштаба природных катастроф тем, что его значения варьируются в узком диапазоне. Значение индекса, равное нулю, эквивалентно  $C = 500$  ЛИ, или материальным потерям  $M = 22614500$  \$. Изменение этого индекса на единицу эквивалентно изменению значения потерь на порядок. Все сопутствующие вычислительные процедуры в формулах (1)–(4) были реализованы в Программном модуле для оценки социально-

экономических последствий от опасных природных процессов<sup>1</sup>. Индекс приведенных потерь позволяет учесть как человеческие жертвы, так и материальные потери с учетом поправки на экономический уровень развития региона/страны, позволяет ранжировать ОПЯ. В последующем, при сравнении с альтернативными методиками, планируется провести оценку критерия оптимальности вводимого показателя.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Проводя анализ полученных результатов, необходимо учитывать, что территория Башкирии вследствие своего физико-географического положения подвержена влиянию различных центров действия атмосферы [5–9], в основном это Исландский минимум и Азорский максимум. Холодные ветры, дующие с севера, и теплые воздушные массы Средней Азии способствуют возникновению таких опасных метеорологических явлений, как смерчи и ураганы [14, 17]. Уральские горы, являющиеся основным препятствием для циклонов, способствуют выпадению атмосферных осадков, главным образом, на западном склоне, и их аккумуляции в горнолесной зоне, что нередко приводит к катастрофическим наводнениям. Известно, что для территории Башкирии характерны широкое распространение и разнообразие карста [1]. Под термином карст понимают природные и техногенные процессы и созданные ими формы наземного и подземного рельефа. В Башкирском Предуралье и на западном склоне Южного Урала залегают карстующиеся карбонатные и сульфатные отложения, которые способствуют развитию опасных геологических процессов (образование воронок, оврагов, провалов, пещер и др.). На рис. 2 приведены результаты вычислений значений индекса приведенных потерь для территории Башкирии за 2012–2020 гг., очевидно, что лесные пожары, опасные метеорологические и гидрологические явления доминируют по своему воздействию в сравнении с опасными геологическими явлениями.

Для территории Башкирии характерен рост числа проявлений, количества жертв и материального ущерба от первых трех категорий ОПЯ, особенно за последние 4–5 лет. Для опасных геологических явлений (землетрясения, карстовые процессы) такая тенденция неочевидна, что может быть объяснено инерционными свойствами этих процессов. По сравнению с метеорологиче-

<sup>1</sup> Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ 2021663027, РФ. Программный модуль для оценки социально-экономических последствий от опасных природных процессов / Д.Ю. Васильев, В.М. Картак, А.И. Денмухаммадиева, А.В. Мулина, В.А. Семенов, А.А. Чибилёв; правообладатель Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т. № 2021662121; заявл. 30.07.2021; зарегистр. 11.08.2021. <https://cloud.mail.ru/public/si5N/LDPfR1WqD>.

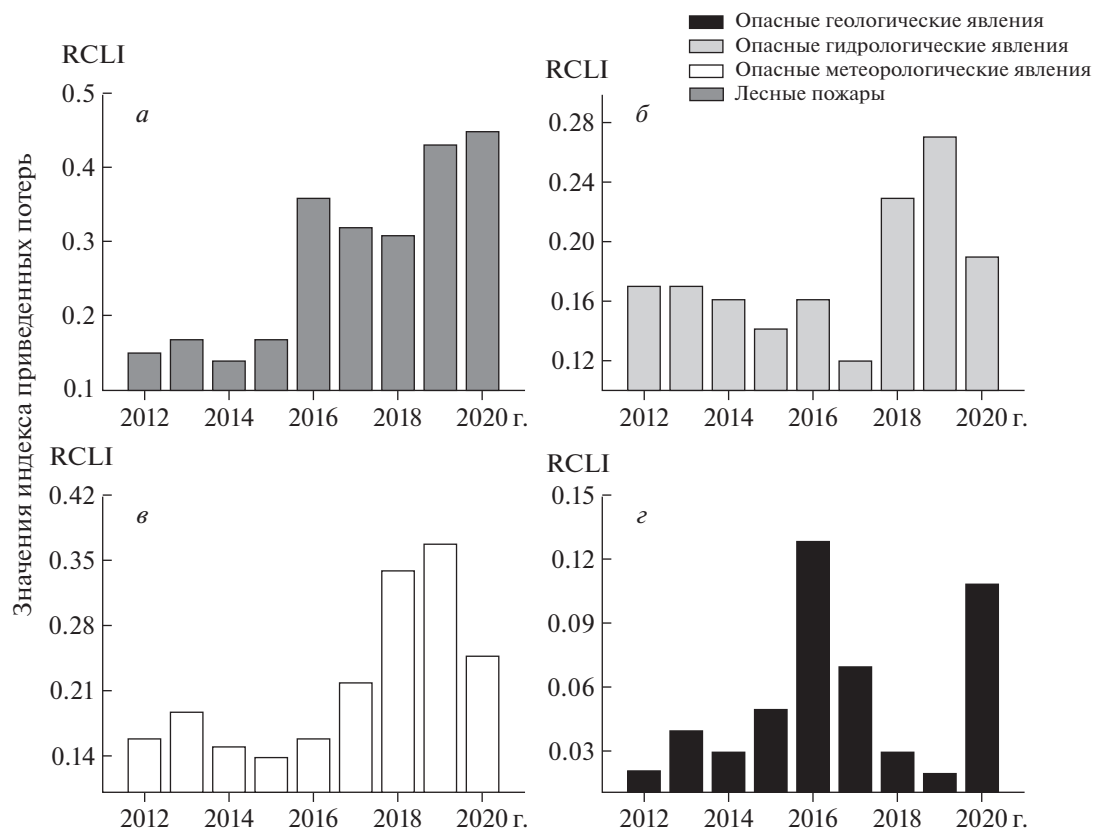


Рис. 2. Динамика индекса приведенных потерь за 2012–2020 гг. для территории Башкирии в целом.

скими и гидрологическими процессами, геологические процессы менее динамичны во времени.

Общие потери от ОПЯ (с учетом выброса загрязняющих веществ в атмосферу и водоемы) также растут, что наглядно продемонстрировано на рис. 3, как и для упомянутых трех категорий ОПЯ характерно резко увеличение ущерба за последние годы. По всей видимости, климатические изменения в регионе в дальнейшем будут

способствовать росту числа ОПЯ и, как следствие, увеличивать масштаб приносимого ущерба.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение отметим практическое значение индекса и самого метода индексации. Переход от модуля оценки  $CLI_{\text{вект}}$  к оценке  $RCL$  не искажает порядка расположения ОПЯ по величине выбранного критерия, между обеими величинами существует сильная теснота связи (значение коэффициента линейной корреляции Пирсона  $r = 0.99$ ).

Величину  $RCL$  можно рассчитывать без потери корректности оценки, которая позволяет дифференцировать ОПЯ по характеру преобладающих потерь, так в результате лесных пожаров число жертв среди населения было меньшим по сравнению с наводнениями, а материальный ущерб большим.

Индекс приведенных потерь, учитывающий человеческие жертвы и материальные потери с учетом поправки на экономический уровень региона, позволяет ранжировать ОПЯ.

Работа выполнена в рамках государственного задания по теме НИР “Проблемы степного природопользования в условиях современных вызовов: оптимизация взаимодействия природных и социально-экономических систем” (№ АААА-А21-121011190016-1), при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках соглашения № 075-15-2020-776, анализ фи-

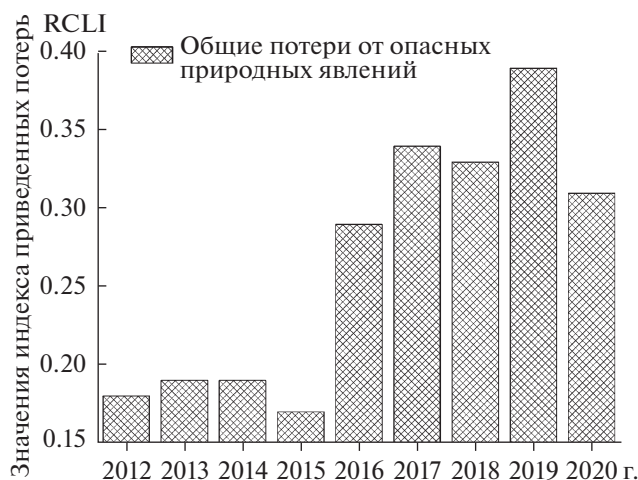


Рис. 3. Динамика общих потерь за 2012–2020 гг. для территории Башкирии в целом.

зических рисков ОПЯ выполнен при поддержке РНФ (проект 19-17-00242).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдрахманов Р.Ф., Мартин В.И., Попов В.Г., Рожественский А.П. и др. Карст Башкортостана. Уфа: Изд-во УНЦ РАН, 2002. 383 с.
2. Астафьева Н.М., Раев М.Д., Комарова Н.Ю. Региональная неоднородность климатических изменений // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2008. Т. 1. Вып. 5. С. 410–418.
3. Бардин М.Ю., Ранькова Э.Я., Платова Т.В., Самохина О.Ф., Корнева И.А. Современные изменения приземного климата по результатам регулярного мониторинга // Метеорология и гидрология. 2020. № 5. С. 29–45.
4. Бебрицкий 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.
5. Васильев Д.Ю., Лукманов Р.Л., Ферапонтов Ю.И., Чувывров А.Н. Цикличность гидрометеорологических характеристик на примере Башкирии // Доклады Академии наук. 2012. Т. 447. № 3. С. 331–334.
6. Васильев Д.Ю., Гавра Н.К., Кочеткова Е.С., Ферапонтов Ю.И. Корреляции сумм атмосферных осадков со средними и максимальными расходами воды весеннего половодья в бассейне реки Белая // Метеорология и гидрология. 2013. № 5. С. 79–90.
7. Васильев Д.Ю., Ферапонтов Ю.И. Тренды в колебаниях приземной температуры воздуха на примере Башкирии // Известия РАН. Сер. географическая. 2015. № 1. С. 77–86.
8. Васильев Д.Ю., Водопьянов В.В., Зайцева Г.С., Закирзянов Ш.И. и др. Модель долгосрочного прогноза весеннего стока на примере бассейна реки Белая // Доклады Академии наук. 2019. Т. 486. № 6. С. 723–726.
9. Васильев Д.Ю., Водопьянов В.В., Семенов В.А., Чибилев А.А. Оценка тенденций изменения засушливости для территории Южного Урала в период 1960–2019 гг. с использованием различных методов // Доклады РАН. Науки о Земле. 2020. Т. 494. № 1. С. 91–96.
10. Голицын Г.С., Васильев А.А. Изменение климата и его влияние на частоту экстремальных гидрометеорологических явлений // Метеорология и гидрология. 2019. № 11. С. 9–12.
11. Кондратьев К.Я. Глобальные изменения климата: данные наблюдений и результаты численного моделирования // Исследование Земли из космоса. 2004. № 2. С. 61–96.
12. Мохов И.И., Елисеев А.В., Гурьянов В.В. Модельные оценки глобальных и региональных изменений климата в голоцене // Доклады РАН. Науки о Земле. 2020. Т. 490. № 1. С. 27–32.
13. Мохов И.И., Семенов В.А. Погодно-климатические аномалии в российских регионах в связи с глобальными изменениями климата // Метеорология и гидрология. 2016. № 2. С. 16–28.
14. Новицкий М.А., Павлюков Ю.Б., Шмерлин Б.Я. и др. Башкирский смерч: возможности анализа и прогноза смерчопасной ситуации // Метеорология и гидрология. 2016. № 10. С. 30–40.
15. Русин И.Н. Стихийные бедствия и возможности их прогноза. СПб.: Изд-во РГГМУ, 2003. 140 с.
16. Семенов В.А. Современные исследования климата Арктики: прогресс, смена концепций, актуальные задачи // Известия РАН. Физика атмосферы и океана. 2021. Т. 57. № 1. С. 21–33.
17. Чернокульский А.В., Курганский М.В., Захарченко Д.И., Мохов И.И. Условия формирования и характеристики сильного смерча на Южном Урале 29 августа 2014 года // Метеорология и гидрология. 2015. № 12. С. 29–37.
18. Kreimer A. Social and economic impacts of natural disasters // Int. Geology Review. 2001. V. 43. P. 401–405. <https://doi.org/10.1080/00206810109465021>
19. Lucas E.W., Sousa F.A., Silva F.D., Rocha R.L., et al. Trends in climate extreme indices assessed in the Xingu river basin Brazilian Amazon // Weather and Climate Extremes. 2021. V. 31. 100306. <https://doi.org/10.1016/j.wace.2021.100306>
20. McLennan J., Every D., Reynolds A. Disability and natural hazards emergency preparedness in an Australian sample // Natural Hazards. 2021. V. 107. P. 1489–1499. <https://doi.org/10.1007/s11069-021-04642-8>
21. Tabari H. Extreme value analysis dilemma for climate change impact assessment on global flood and extreme precipitation // Journal of Hydrology. 2021. V. 593. 125932. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2020.125932>
22. Sorte F.A., Johnstone A., Ault T.R. Global trends in the frequency and duration of temperature extremes // Climatic Changes. 2021. V. 166. <https://doi.org/10.1007/s10584-021-03094-0>

## ASSESSING THE SOCIAL AND ECONOMIC IMPACTS OF NATURAL HAZARDS WITH BASHKIRIA AS A CASE STUDY

D. Yu. Vasil'ev<sup>a,b,c,#</sup>, Yu. G. Voronova<sup>a</sup>, S. V. Novikov<sup>a</sup>, V. A. Semenov<sup>c</sup>, and A. A. Chibilev<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Ufa State Aviation Technological University, ul. K. Marksa, 12, Ufa, 450008 Russia

<sup>b</sup> Institute of Steppe, the Ural Branch, Russian Academy of Sciences, ul. Pionerskaya, 11, Orenburg, 460000 Russia

<sup>c</sup> A.M. Obukhov Institute of Atmospheric Physics, Russian Academy of Science, Pyzhevskii per., 3, Moscow, 119017 Russia

<sup>#</sup>E-mail: vasil'ev.dyu@ugatu.ru

<sup>##</sup>E-mail: orensteppe@mail.ru

The methodological aspects of analyzing the impact of hazardous natural phenomena, including ranking and determination of general characteristics, are considered in this Bashkiria case study. Using the statistical data

on natural hazards and the number of deaths and economic damage, the reduced loss index for 2012–2020 was calculated. Using the reduced catastrophe loss index RCLI, comparative assessments of natural hazards were made for the territory of Bashkiria. Proceeding from the operational data by the The State Committee of the Republic of Bashkortostan for Emergency Situations, the territory of the Republic was mapped and the areas exposed to the greatest impact of hazardous natural disasters were identified. An increase in the amount of natural hazards and material damage has been noted in recent years in the Bashkiria territory.

**Keywords:** natural disasters, social and economic impacts, temperature extremes, tornadoes, hurricanes, river floods, forest fires, reduced catastrophe loss index, Bashkiria

## REFERENCES

1. Abdrakhmanov, R.F., Martin, V.I., Popov, V.G., Rozhdestvenskii, A.P. et al. *Karst Bashkortostana* [Karst of Bashkortostan]. Ufa, USC RAS Publ., 2002, 383 p. (in Russian)
2. Astafeva, N.M., Raev, M.D., Komarova, N.Yu. *Regionalnaya neodnorodnost' klimaticheskikh izmenenii* [Spatial heterogeneity of climate variation]. *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2008, vol. 5, no. 1, pp. 410–418. (in Russian)
3. Bardin, M.Yu., Ran'kova, E.Ya., Platova, T.V., Samokhina, O.F., Korneva, I.A. *Sovremennye izmeneniya prizemnogo klimata po rezul'tatam regul'yarnogo monitoringa* [Modern surface climate change according to routine climate monitoring data]. *Meteorologiya i gidrologiya*. 2020, vol. 45, no. 5, pp. 317–329. (in Russian)
4. Bedritskii, A.I., Korshunov, A.A., Shaimardanov, M.Z. *Vliyaniye opasnykh gidrometeorologicheskikh yavlenii na ustoichivoe razvitiye ekonomiki Rossii* [Impact of hydrometeorological disasters on sustainable development of Russian economy]. *Meteorologiya i gidrologiya*, 2017, no. 7, pp. 59–67. (in Russian)
5. Vasil'ev, D.Yu., Lukmanov, R.L., Ferapontov, Yu.I., Chuvyrov, A.N. Periodicity in the hydrometeorological parameters of Bashkiria. *Doklady Earth Sciences*, 2013, vol. 448, no. 1, pp. 131–134. <https://doi.org/10.1134/S1028334X12110165>
6. Vasil'ev, D.Yu., Gavra, N.K., Kochetkova, E.S., Ferapontov, Yu.I. Correlation between the total precipitation and the mean and maximum runoff during the snowmelt flood in the Belaya River basin. *Russian Meteorology and Hydrology*, 2013, vol. 38, no. 5, pp. 351–358. <https://doi.org/10.3103/S1068373913050087>
7. Vasil'ev, D.Yu., Ferapontov, Yu.I. *Trendy v kolebaniyakh prizemnoi temperatury vozdukh na pimere Bashkirii* [Trends in the fluctuations of near-surface air temperature by the example of Bashkiria]. *Izvestiya Rossiiskoi Akademii Nauk. Seriya Geograficheskaya*, 2015, no. 1, pp. 77–86. (in Russian)
8. Vasil'ev, D.Yu., Vodopyanov, V.V., Zaitseva, G.S., Zakirzyanov, Sh.I., et al. Model of long-term forecast of spring runoff on the example of the Belaya River basin. *Doklady Earth Sciences*, 2019, vol. 486, part 2, pp. 724–727. <https://doi.org/10.1134/S1028334X19060345>
9. Vasil'ev, D.Yu., Vodopyanov, V.V., Semenov, V.A., Chibilev, A.A. Analysis of trends in aridity changes for Southern Ural region over the period 1960–2019 using various methods. *Doklady Earth Sciences*, 2020, vol. 494, part 1, pp. 748–752. <https://doi.org/10.1134/S1028334X20090214>
10. Golitsyn, G.S., Vasil'ev, A.A. *Izmeneniye klimata i ego vliyaniye na chastotu gidrometeorologicheskikh yavlenii* [Climate change and its impact on the frequency of extreme hydrometeorological events]. *Meteorologiya i gidrologiya*, 2019, no. 11, pp. 9–12. (in Russian)
11. Kondrat'ev, K.Ya. *Global'nye izmeneniya klimata: daniye nablyudeniya i rezul'taty chislennogo modelirovaniya* [Global climate change: observation data and simulation modeling results]. *Issledovanie Zemli iz Kosmosa*, 2004, no. 2, pp. 61–69. (in Russian)
12. Mokhov, I.I., Eliseev, A.N., Gur'yanov, V.V. Model estimates of global and regional changes in the Holocene. *Doklady Earth Sciences*, 2020, vol. 490, no. 1, pp. 23–27.
13. Mokhov, I.I., Semenov V.A. Weather and climate anomalies in Russian regions related to global climate change. *Russian Meteorology and Hydrology*, 2016, vol. 41, no. 2, pp. 84–92. <https://doi.org/10.3103/S1068373916020023>
14. Novitskii, M.A., Shmerlin, B.Ya., Petrichenko, S.A., Tereb, L.A. et al. The tornado in Bashkortostan: the potential of analyzing and forecasting tornado-risk condition. *Russian Meteorology and Hydrology*, 2016, vol. 41, no. 10, pp. 683–690.
15. Rusin, I.N. *Stikhiinye bedstviya i vozmozhnosti ikh prognoza* [Natural disasters and outlooks for their forecasting]. St. Petersburg, RSHU Publ., 2003. 140 p. (in Russian)
16. Semenov, V.A. *Sovremennye issledovaniya klimata Arktiki: progress, smena kontseptsii, aktual'nye zadachi* [Modern studies of the Arctic climate: progress, change of concept, problems and solve]. *Izvestia RAN. Fizika atmosfery i okeana*, vol. 57, no. 1, pp. 21–33. (in Russian)
17. Chernokulsky, A.V., Kurgansky, M.N., Mokhov, I.I., Zakharchenko, D.I. Genesis environments and characteristics of the severe tornado in the Southern Urals on August 29, 2014. *Russian Meteorology and Hydrology*, 2015, vol. 40, no. 12, pp. 794–799.
18. Kreimer, A. Social and economic impacts of natural disasters. *Int. Geology Review*, 2001, vol. 43, no. 5, pp. 401–405. <https://doi.org/10.1080/00206810109465021>
19. Lucas, E.W., Sousa, F.A., Silva, F.D., Rocha, R.L., Pinto, D.D., Silva, V.P. Trends in climate extreme indices assessed in the Xingu river basin Brazilian Amazon. *Weather and Climate Extremes*, 2021, vol. 31, 100306. <https://doi.org/10.1016/j.wace.2021.100306>
20. McLennan, J., Every, D., Reynolds, A. Disability and natural hazards emergency preparedness in an Australian sample. *Natural Hazards*, 2021, vol. 107, pp. 1489–1499. <https://doi.org/10.1007/s11069-021-04642-8>
21. Sorte, F.A., Johnstone, A., Ault, T.R. Global trends in the frequency and duration of temperature extremes. *Climatic Changes*, 2021, vol. 166. <https://doi.org/10.1007/s10584-021-03094-0>
22. Tabari, H. Extreme value analysis dilemma for climate change impact assessment on global flood and extreme precipitation. *Journal of Hydrology*, 2021, vol. 593, 125932. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2020.125932>