

*О. В. Тасейко<sup>1,2\*</sup>, У. С. Постникова<sup>1,2</sup>, И. С. Ефремова<sup>2,3</sup>*

## **Управление территориальными рисками опасных природных явлений на примере Красноярского края**

<sup>1</sup> Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева, г. Красноярск, Российская Федерация

<sup>2</sup> Федеральный исследовательский центр информационных и вычислительных технологий, г. Красноярск, Российская Федерация

<sup>3</sup> Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Российская Федерация  
\* e-mail: taseiko@gmail.com

**Аннотация.** Социально-экономическое развитие территорий определяются решением задач государственной политики, эффективностью применения организационно-управленческих практик, прогнозирования возможных опасных событий и принятия мер по снижению риска возникновения аварийных происшествий и стихийных бедствий. Современные тенденции территориального управления связаны с использованием риск-ориентированного подхода. Информация о частоте проявления неблагоприятных событий может служить базой для определения источников различного уровня риска. Наличие неструктурированного массива данных предопределяет необходимость создания взаимосвязанной системы факторов риска. Целью исследования является анализ уязвимости территорий Красноярского края к опасным природным явлениям. В работе проанализированы наводнения и лесные пожары, которые являются наиболее характерными опасными природными явлениями для рассматриваемых территорий. Для выявления территорий, наиболее подверженных опасным природным явлениям, было проведено ранжирование по уровню риска с использованием ГИС технологий.

**Ключевые слова:** риск-ориентированный подход, опасные природные явления, территориальное управление

*О. В. Тасейко<sup>1,2\*</sup>, У. С. Постникова<sup>1,2</sup>, И. С. Ефремова<sup>2,3</sup>*

## **Management of territorial risks of natural hazards on the example of the Krasnoyarsk Territory**

<sup>1</sup> Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk, Russian Federation

<sup>2</sup> Federal Research Center for Information and Computational Technologies, Krasnoyarsk, Russian Federation

<sup>3</sup> Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russian Federation  
\* e-mail: taseiko@gmail.com

**Abstract.** The socio-economic development of territories is determined by the solution of the tasks of state policy, the effectiveness of the application of organizational and managerial practices, forecasting possible dangerous events and taking measures to reduce the risk of accidents and natural disasters. Current trends in territorial management are associated with the use of a risk-based approach. Information about the frequency of adverse events can serve as a basis for determining the sources of various levels of risk. The presence of an unstructured data array determines the need to create an interconnected system of risk factors. The purpose of the study is to analyze the resistance to natural hazards of the territories of the Krasnoyarsk Territory. The paper analyzes floods and forest fires, which are the most characteristic dangerous natural phenomena for the territories under consideration.

In order to identify the territories most exposed to natural hazards, a ranking was carried out according to the level of risk using GIS technologies.

**Keywords:** risk-oriented approach, natural hazards, territorial management

### *Введение*

Повышение безопасности территории (страны, региона, муниципального образования) в условиях возможной реализации природных и техногенных катастроф одна из ключевых задач в рамках устойчивого развития. Техногенные и природные чрезвычайные ситуации являются значительными источниками опасности и риска для жизнедеятельности населения. В последнее время широкое применение в различных областях исследований получил риск-ориентированный подход. Вопросам анализа риска посвящено значительное число работ [1-7]. Однако, на сегодняшний день, существует проблема: нормативно-методическая база количественной оценки опасностей требует существенных дополнений, что осложняется трудностью изучения стихийных бедствий. Эффективное территориальное управление должно основываться на определении уровня угроз для жизнедеятельности, номенклатуры факторов риска и их значимости.

В работе была выполнена оценка рисков опасных природных явлений, наиболее характерных для территорий Красноярского края – наводнения и лесные пожары. Наводнения являются одними из самых опасных природных явлений, происходящих в результате изменения погодных условий. Сильные дожди, большое количество снеговых осадков являются предпосылками наводнений. Основной причиной разрушений являются воздействия на здания и сооружения гидравлических ударов массы воды, плывущих с большой скоростью льдин, различных обломков, плавсредств и т.п. [8]. На территории региона наводнения обусловлены, в основном, весенним половодьем, летне-осенними высокими дождевыми паводками, высокими уровнями воды при заторных явлениях, а также затоплениями местности в связи с разрушением плотин водохранилищ, разрывом дамб [9]. По данным Енисейского бассейнового водного управления и материалам государственных докладов на территории Красноярского края с 1967 по 2021 произошло более 1000 наводнений, в которых пострадало более 50 тыс. человек.

В Красноярском крае особенно остро стоит проблема, связанная с интенсивным снижением площадей лесного фонда. Сокращение лесного фонда одна из глобальных экологических проблем, которая приводит к дополнительным угрозам, связанным с уменьшением биоразнообразия, кислородопродуктивностью, водорегулирующей и защитной функции. Красноярский край обладает одним из крупнейших запасов лесных ресурсов среди регионов России. Площади ослабленных и погибших насаждений ежегодно увеличиваются под воздействием неблагоприятных факторов. К основной причине снижения устойчивости лесных насаждений края относятся пожары. По официальным данным за последние десять лет от лесных пожаров в Красноярском крае погибло 282 237,0 га лесных насаждений [10].

## Методы и материалы

На основе статистических данных о реализации опасных природных явлений (пожаров или наводнений) был выполнен расчет риска. Уровень риска  $R_i$  для  $i$ -го ( $i = \overline{1, \dots, 41}$ ) района зависит от значения ущерба  $U_i$  [млн. руб] и вероятности возникновения опасного события  $P_i$  (1):

$$R_i^{п/н} = P_i^{п/н} \times U_i^{п/н} \quad (1)$$

Вероятность  $P_i^п$  оценивалась как отношение количества пожаров на  $i$ -ом участке к общему количеству пожаров за весь рассматриваемый период на территории края. Для оценки вероятности возникновения наводнений  $P_i^н$  учитывалась причина его возникновения относительно общего числа событий за весь рассматриваемый период:

$$P_{ij}^н = \frac{n_{ij}}{N} \quad (2)$$

где  $n_{ij}$  – количество событий определенного вида в определенном районе,  $j$  – индекс причины наводнения,  $N$  – общее число событий.

Определение ущерба от последствий опасных природных явлений к относится задачам, не имеющим к настоящему моменту однозначного решения. Так при оценке ущерба от наводнений учитывается только стоимость разрушения зданий и сооружений [11]:

$$U_i^н = C_{г.п} \times H_i \times K_m \quad (3)$$

где  $C_{г.п}$  – осредненная стоимость жилого фонда на 1 сельского жителя,  $H_i$  – количество жителей пострадавших от разрушений в  $i$ -ом районе,  $K_m$  – степень разрушения/утраты остаточной балансовой стоимости по зонам: ( $K_1=0,8$  – зона сильных разрушений;  $K_2=0,4$  – зона средних разрушений;  $K_3=0,1$  – зона слабых разрушений).

Оценка ущерба от лесных пожаров должна учитывать множество факторов, таких как стоимость сгоревших объектов и готовой продукции в лесу, расходы на тушение пожаров, ущерб от загрязнения воздуха. В связи с ограниченными исходными данными при оценке ущерба  $U_i^п$  учитывались только затраты на лесовосстановление в соответствии с [12]:

$$U_i^п = C \times k_i/100 \times F \quad (4)$$

где  $C$  – нормативная стоимость затрат на выращивание насаждений до возраста смыкания крон, равная 800 руб/га;  $k_i$  – процентное повреждение леса на рассматриваемом участке,  $F$  – площадь лесного фонда, погибшего или поврежденного лесным пожаром.

### **Результаты**

Несмотря на многообразие причин возникновения наводнений в Красноярском крае, наибольшее их количество приходится на снеговые наводнения и заторные явления (таблица 1).

*Таблица 1*

Вероятность наводнений по причине возникновения

| <b>Причина возникновения:</b> | <b>Вероятность события:</b> |
|-------------------------------|-----------------------------|
| Дождевые наводнения           | 0,076                       |
| Заторные наводнения           | 0,27                        |
| Снеговые наводнения           | 0,44                        |
| Смешанные наводнения          | 0,05                        |
| Склоновый сток                | 0,017                       |
| Промерзание ручья             | 0,007                       |
| Разрыв дамбы                  | 0,003                       |

Составление карт риска дает возможность количественно оценивать возможные человеческие жертвы и материальные ущербы, обусловленные развитием одного или нескольких опасных процессов. При возникновении лесных пожаров в среднем ущербы варьируются от 200 тыс. до 270 млн. рублей, для наводнений: от 55 тыс. – 585 млн. рублей. Наибольший риск от опасных гидрологических явлений, формируемый заторными наводнениями, выявлен в Туруханском, Таймырском Долгано-Ненецком и Енисейском районах (Рис. 1).

Наибольшему риску возникновения лесных пожаров подвержены территории Эвенкийского, Енисейского, и Туруханского районов (Рис. 2). Лесные пожары оказывают наибольшее влияние на состояние насаждений и являются одними из ведущих факторов ежегодного ослабления и усыхания лесов

Вероятностные оценки рисков опасных природных явлений позволяют осуществлять прогнозы возникновения таких явлений в будущем, что может быть основой экономически целесообразного повышения защищенности территорий. Хотя снижение если не количества, то по крайней мере масштабов наводнений до некоторой степени может быть достигнуто усилиями по лесовосстановлению.

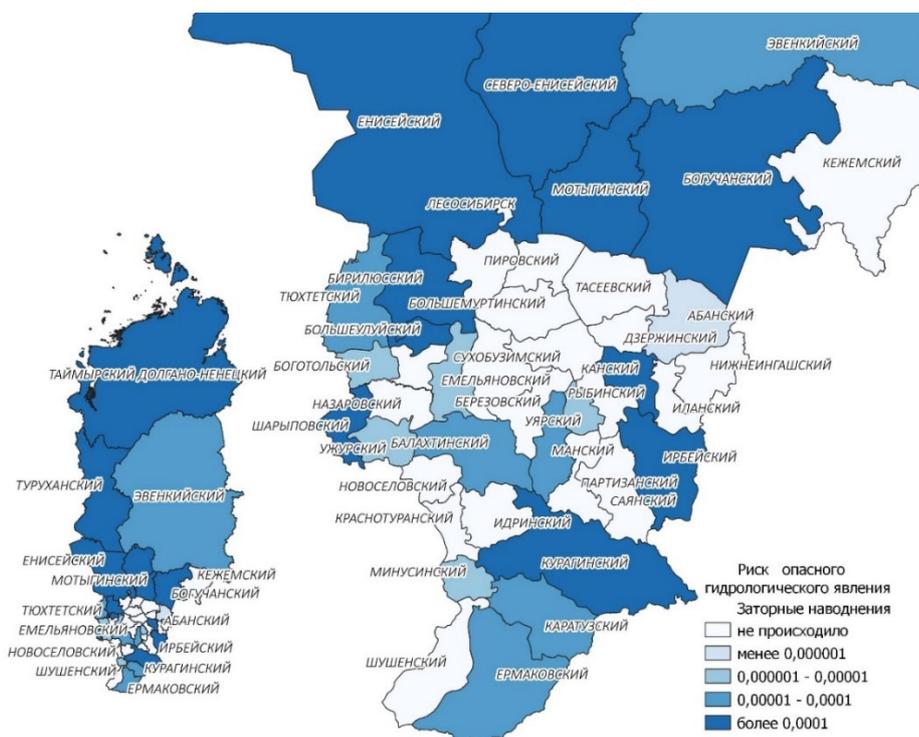


Рис. 1. Риск возникновения заторных наводнений

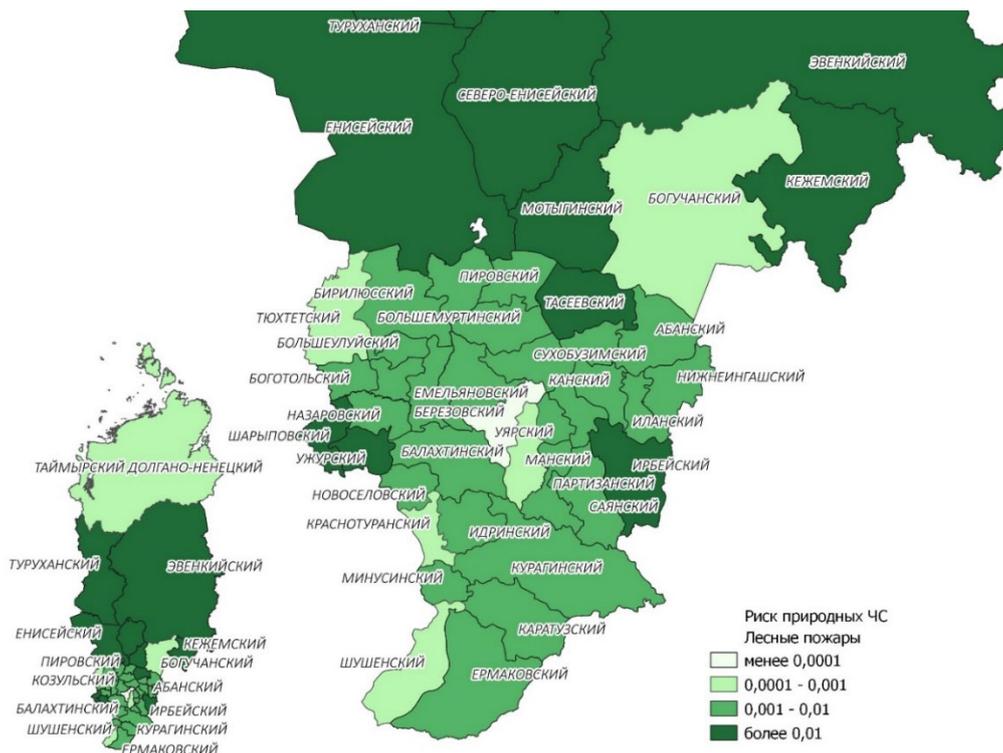


Рис. 2. Риск возникновения лесных пожаров

### Заключение

Анализ опасных природных явлений является важным компонентом в предупреждении и уменьшении возможных негативных последствий для населения, экономики и инфраструктуры. Оценка природных рисков имеет важное значение

для защиты населения, сохранения природных богатств, развития инфраструктуры и экономики. Социальная и экономическая безопасность Красноярского края в целом напрямую зависит от эффективного управления, основанного на оценке рисков.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Оценка и управление природными рисками // Материалы Общероссийской конференции «Риск-2000». – М.: Анкил, 2000. – 478 с.
2. Махутов Н.А., Петров В.П., Ахметханов Р.С. Природно-техногенно-социальные системы и риски // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2004. № 3. С. 3-28.
3. Акимов В.А., Олтян И.Ю., Иванова Е.О. Методика ранжирования чрезвычайных ситуаций природного, техногенного и биолого-социального характера по степени их катастрофичности // Технологии гражданской безопасности. 2021. Т. 18. № 1 (67). С. 4-7.
4. Фалеев М.И., Олтян И.Ю., Арефьева Е.В., Болгов М.В. Методология и технология дистанционной оценки риска // Проблемы анализа риска. 2018. Т. 15. № 4. С. 6-19.
5. Олтян И.Ю., Арефьева Е.В., Крапухин В.В., Верескун А.В., Котосонова М.Н., Балер М.А. Реализация Сендайской рамочной программы по снижению риска бедствий в Российской Федерации // Издательство: Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России. Итоги пятилетия (Москва). Москва, 2021. 344 с.
6. Артюхин В.В., Арефьева Е.В., Верескун А.В., Морозова О.А., Посохов Н.Н., Сосунов И.В., Олтян И.Ю., Чяснавичюс Ю.К., Гутарев С.В., Леонова Е.М., Леонова А.Н., Брык Д.И., Жукова Л.А. Управление рисками техногенных катастроф и стихийных бедствий (пособие для руководителей организаций) // Под общей редакцией М.И. Фалеева. Москва, 2016. 270 с.
7. Анисимова Т.Б. Плотникова Т.В. Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций в Российской Федерации (под ред. Шойгу С.К.), М. 2004. – 272 с.
8. Масштабы и опасность наводнений в Сибирских регионах // Cyberleninka URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/masshtaby-i-opasnost-navodneniy-v-sibirskom-regione-rossii/viewer> (дата обращения: 01.04.2023).
9. Наводнения в истории Красноярского края // Сайт Енисейского района URL: [https://enadm.ru/uploads/prevention/public\\_safety/FloodshistoryKrasnoyarsk.pdf](https://enadm.ru/uploads/prevention/public_safety/FloodshistoryKrasnoyarsk.pdf) (дата обращения: 01.04.2023).
10. Обзор санитарного и лесопатологического состояния лесов Красноярского края за 2019 год и прогноз на 2020 год: Филиал ФБУ «Рослесозащита» «Центр защиты леса Красноярского края» : 355 с.
11. РД 153-34.2-002-01, ВРЕМЕННАЯ МЕТОДИКА ОЦЕНКИ УЩЕРБА, ВОЗМОЖНОГО ВСЛЕДСТВИЕ АВАРИИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКОГО СООРУЖЕНИЯ // Федеральная служба по экологическому, техническому и атомному надзору URL: <http://enis.gosnadzor.ru/activity/control/hydro/Временная%20методика%20оценки%20ущерба,%20возможного%20вследствие%20аварии%20гидротехнического%20сооружения.pdf> (дата обращения: 1.04.2022).
12. Приказ Рослесхоза от 03.04.1998 N 53 "Об утверждении Инструкции по определению ущерба, причиняемого лесными пожарами". URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_31959/5f4bed452dc0105baf6db594cad944092e1e0587/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_31959/5f4bed452dc0105baf6db594cad944092e1e0587/)

© О. В. Тасейко, У. С. Постникова, И. С. Ефремова, 2023