

УДК 502.3:551.435.8(470.325)  
DOI 10.52575/2712-7443-2026-50-3-507-526  
EDN DEFTIH

## **Комплексная оценка рисков природопользования в Белгородской области с учётом ведущих экзогенных процессов**

**Вендина Т.Н., Белоусова Л.И., Киреева-Гененко И.А., Юдина Ю.В.**

Белгородский государственный национальный исследовательский университет,  
Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85

furmanova@bsuedu.ru, belousova\_l@bsuedu.ru, genenko@bsuedu.ru, yudina@bsuedu.ru

**Аннотация.** Значительная антропогенная нагрузка в сочетании с активным проявлением опасных экзогенных геологических процессов на территории Белгородской области формирует комплексные риски природопользования, угрожающие устойчивому развитию региона. Впервые проведена комплексная оценка рисков природопользования в Белгородской области с учётом пространственного развития ведущих экзогенных геологических процессов и социально-экономической уязвимости территории на муниципальном уровне. Ранее существовавшие исследования были сосредоточены либо на отдельных видах экзогенных процессов, либо на общей оценке природных опасностей без их интеграции с социально-экономической уязвимостью и защищённостью территории. Методологическую основу составил адаптированный подход на базе методики С.Б. Кузьмина (2015), включающий расчёт интегрального риска природопользования как соотношение коэффициента природной опасности, скорректированного на демографический фактор, и коэффициента защищённости территории, учитывающего экономический потенциал, инфраструктуру, качество жизни, экологическую напряжённость и демографическую нагрузку. Было установлено, что максимальный интегральный риск природопользования формируется не в районах с наибольшей абсолютной природной опасностью, а в крупнейших урбанизированных агломерациях региона («парадокс мегаполиса»). Город Белгород и Старооскольский городской округ, где проживает свыше 51 % населения, отнесены по результатам исследования к зонам катастрофического риска. Около 65 % населения Белгородской области проживает в зонах катастрофического, очень высокого и высокого риска. Выявлена резкая пространственная дифференциация, требующая адресного подхода к управлению рисками. Полученные результаты вносят вклад в развитие теории и методики пространственной оценки комплексных рисков природопользования на региональном и муниципальном уровне, и формируют научно-практический фундамент для внедрения проактивной системы управления рисками, а также разработки дифференцированных мер территориального планирования в Белгородской области.

**Ключевые слова:** риск природопользования, устойчивое развитие, оценка рисков, экзогенные геологические процессы, геоморфологический риск, коэффициент защищённости, природная опасность, территориальное планирование, техносферная безопасность

**Для цитирования:** Вендина Т.Н., Белоусова Л.И., Киреева-Гененко И.А., Юдина Ю.В. 2026. Комплексная оценка рисков природопользования в Белгородской области с учётом ведущих экзогенных процессов. Региональные геосистемы, 50(3): 507–526. DOI: 10.52575/2712-7443-2026-50-3-507-526 EDN: DEFTIH

---

## **Comprehensive Assessment of Environmental Management Risks in the Belgorod Region Taking into Account Major Exogenous Processes**

**Tatyana N. Vendina, Ludmila I. Belousova, Irina A. Kireeva-Genenko, Yulia V. Yudina**

Belgorod State National Research University,  
85 Pobeda St., Belgorod 308015, Russia

furmanova@bsuedu.ru, belousova\_l@bsuedu.ru, genenko@bsuedu.ru, yudina@bsuedu.ru

© Вендина Т.Н., Белоусова Л.И., Киреева-Гененко И.А., Юдина Ю.В., 2026

**Abstract** Significant anthropogenic pressure combined with the active manifestation of hazardous exogenous geological processes in the Belgorod region forms complex environmental management risks that threaten the region's sustainable development. The purpose of this study is a comprehensive assessment of environmental management risks in the Belgorod region, taking into account the spatial development of leading exogenous geological processes and the socio-economic vulnerability of the territory at the municipal level. This is the first such assessment conducted for the Belgorod region. Previous studies focused on individual types either of exogenous processes or on a general assessment of natural hazards without integrating them with socio-economic vulnerability and territorial protection. The methodological basis was an adapted approach based on S.B. Kuzmin's methodology (2015), which involves calculating the integral environmental management risk as the ratio of the natural hazard coefficient, adjusted for the demographic factor, to the territorial protection coefficient, which considers economic potential, infrastructure, quality of life, environmental stress, and demographic load. We have found that the maximum integral environmental management risk is formed not in areas with the highest absolute natural hazard, but in the largest urban agglomerations of the region (“megacity paradox”). Belgorod and Stary Oskol urban districts, where over 51 % of the population resides, have been classified as catastrophic risk zones according to the study results. About 65 % of the region's population lives in zones of catastrophic, very high, and high risk. A sharp spatial differentiation has been identified, requiring a targeted approach to risk management. The obtained results contribute to the development of the theory and methodology of spatial assessment of complex environmental management risks at the regional and municipal levels and form a scientific and practical foundation for implementing a proactive risk management system, as well as developing differentiated measures for territorial planning in the Belgorod region.

**Keywords:** environmental risk management, sustainable development, risk assessment, exogenous geological processes, geomorphological risk, protection coefficient, natural hazard, territorial planning, technosphere safety

**For citation:** Vendina T.N., Belousova L.I., Kireeva-Genenko I.A., Yudina Yu.V. 2026. Comprehensive Assessment of Environmental Management Risks in the Belgorod Region Taking into Account Major Exogenous Processes. Regional Geosystems, 50(3): 507–526 (in Russian). DOI: 10.52575/2712-7443-2026-50-3-507-526 EDN: DEFTIH

---

## Введение

Значительная антропогенная нагрузка на территории Белгородской области, обусловленная развитой добывающей промышленностью, интенсивным сельским хозяйством, высокой плотностью населения (более 55 чел./км<sup>2</sup>) в сочетании с проявлением таких опасных природных процессов как эрозия, оползни, карстово-суффозионные явления, подтопление и др., формирует комплексные риски природопользования. Современные подходы к оценке подобных рисков требуют интеграции экологических и социально-экономических факторов [Белозеров и др., 2025].

Белгородская область является характерным примером региона, где интенсивная хозяйственная деятельность формирует специфический комплекс рисков, угрожающих устойчивому развитию, техносферной безопасности и социально-экономическому благополучию населения. Особую остроту проблема приобретает в городах, где высокая концентрация населения и инфраструктуры требует особых мер по повышению устойчивости к чрезвычайным ситуациям [Маркешина, 2021]. Исторически, в регионе сложился мощный агропромышленный комплекс с одним из самых высоких в России показателей распаханности земель (свыше 50 % от площади муниципальных образований) [О состоянии ..., 2025]. Наряду с этим, в Старооскольско-Губкинском промышленном районе ведётся активная разработка железорудных месторождений, приводящая к кардинальной техногенной трансформации рельефа [Корнилов, 2014; Фурманова и др., 2016]. Благодаря наличию значительных запасов нерудного сырья, широкое распространение в Белгородской

области получили карьеры по добыче общераспространенных полезных ископаемых [Вендина и др., 2019]. Все это создаёт мощные предпосылки для активизации экзогенных геологических процессов и формирования зон экологической напряженности [Хрисанов, Колмыков, 2017].

Согласно исследованиям, в Белгородской области эрозионными процессами поражено около 60 % территории, оползневыми – более 9 %, карстово-суффозионными – свыше 12 % [Саблина и др., 2019; Киреева-Гененко и др., 2021; Саблина, Нарожная, 2023]. Данные процессы представляют прямую угрозу сельскохозяйственным угодьям, объектам инфраструктуры и населённым пунктам, что требует научно обоснованной оценки и управления возникающими рисками.

Проведение комплексной оценки рисков природопользования на территории Белгородской области может стать важным шагом в решении этой проблемы. Такой подход должен интегрировать анализ распространения и интенсивности ведущих опасных экзогенных процессов с оценкой социально-экономической уязвимости и уровня защищённости территории [Кузьмин, 2020; Маркешина, 2021].

Реализация данного подхода позволит достичь двух ключевых результатов. Во-первых, обеспечит получение актуальных данных о пространственной дифференциации комплексного риска в регионе. Во-вторых, результаты исследования позволят сформировать научную основу для разработки дифференцированных мер территориального планирования и обеспечения устойчивого развития Белгородской области [Стратегия..., 2022].

### **Объекты и методы исследования**

Теоретико-методологический аппарат оценки рисков природопользования и опасных природных процессов получил значительное развитие как в отечественной, так и в зарубежной науке [Pelling, 2003; Кузьмин, 2015; Природно-техногенная безопасность..., 2018; Bell, 2019; Тулупов, 2021; Smith, 2021; Москвичев, 2022; Михеева и др., 2024]. В его основе сформировалось понимание риска природопользования как вероятностной меры возникновения негативных последствий (экологических, экономических, социальных) в результате взаимодействия хозяйственной деятельности с окружающей средой, которая находится под влиянием опасных природных и природно-антропогенных процессов [Кузьмин, 2020]. Значительный вклад в развитие теории управления территориальными рисками и анализа уязвимости социально-природно-техногенных систем внесли работы последних лет [Олтян, Жданенко, 2019; Бычков и др., 2024].

В международной практике широкое распространение получили подходы, базирующиеся на таких принципах управления рисками, как «загрязнитель платит» (*Polluter Pays Principle*), комплексные системы экологического страхования и интеграция оценки рисков в корпоративные стратегии и ESG-повестку [CERCLA, 1980; Directive 2004/35/EC, 2004; Sendai Framework..., 2015]. Научные исследования также подчеркивают значимость оценки воздействия природных и техногенных факторов на общественное здоровье [Bell, Davis, 2019], а международные организации разрабатывают специализированные рекомендации по управлению экологическими опасностями в урбанизированных средах [UNISDR Terminology, 2017; UN-Habitat, 2022]. Активно применяются методологии анализа опасностей и работоспособности (*HAZOP*), анализа видов и последствий отказов (*FMEA*) [Failure Mode..., 2019; HAZOP..., 2021], а также разрабатываются научные основы для оценки комплексных рисков, как, например, в деятельности Германского Объединения по исследованию рисков (*GRC*).

В российской науке и практике также накоплен значительный опыт в области оценки рисков. Ключевыми работами в этом направлении являются исследования в сфере природно-техногенной безопасности, анализа и оценки рисков в природопользовании, методические рекомендации по оценке рисков ЧС на региональном уровне [Олтян, Жданенко, 2019; Методические рекомендации..., 2022; ГОСТ Р 22.1.12..., 2023; Бычков и др., 2024; Миканович и др., 2024; Белозеров и др., 2025]. Особый вклад в развитие методологии оценки рисков природопользования, применимой для территориального анализа, внес С.Б. Кузьмин [2015], предложивший оригинальную методику для глобальных и страновых оценок.

Однако многие из существующих методик, особенно разработанные для глобального или общероссийского уровня, оказываются недостаточно подходящими для решения задач регионального и муниципального управления. Зачастую, они не учитывают специфическую комбинацию природных предпосылок и видов хозяйственной деятельности, характерную для конкретного субъекта Российской Федерации [Кузьмин, 2020].

Исследования опасных экзогенных геологических процессов (ЭГП) на территории Белгородской области имеют обширную научную базу. Фундаментальные и прикладные работы таких авторов, как А.Н. Петин, Л.И. Белоусова, В.И. Петина, Н.И. Гайворонская, В.А. Хрисанов, А.В. Сарычев, Т.Н. Фурманова и др., детально характеризуют распространение, интенсивность и факторы развития эрозионных, оползневых, карстово-суффозионных процессов, а также оценивают масштабы техногенной трансформации ландшафтов [Петин и др., 2013; Фурманова и др., 2016; Хрисанов, Колмыков, 2017; Саблина и др. 2019; Михно, 2020; Павлюк, 2022; Саблина, Нарожная, 2023; Красников и др., 2024; Сарычев и др., 2024]. Эти исследования создали подробную фактологическую и картографическую основу для анализа природных опасностей. Однако работ, в которых данные о природных процессах были бы системно интегрированы с социально-экономическими показателями для количественной оценки комплексного риска природопользования, до настоящего времени проведено не было.

Таким образом, объектом настоящего исследования выступает процесс природопользования на территории Белгородской области, рассматриваемый как комплексная система взаимодействия хозяйственной деятельности с природной средой в условиях проявления опасных экзогенных геологических процессов. Предметом исследования является совокупность природных и антропогенных факторов, формирующих пространственно-дифференцированный риск природопользования в регионе.

Методическую основу работы составил адаптированный авторами подход, базирующийся на методике С.Б. Кузьмина [2015] для глобальной оценки риска природопользования. Выбор данной методики обусловлен её концептуальной стройностью, ориентированностью на интегральную оценку (соотношение опасности и защищённости) и возможностью адаптации к различным пространственным уровням. Ключевая адаптация методики заключалась в переходе от странового уровня анализа к муниципальному и в подборе системы показателей, релевантных для условий Белгородской области (для оценки коэффициента природной опасности произведён расчёт с учётом интенсивности поражения территории ведущими ЭГП, с корректировкой на долю населения, подверженного этим угрозам; для оценки защищённости территории рассчитано соотношение позитивных факторов:  $E$  – экономический потенциал;  $I$  – индекс развития инфраструктуры;  $L$  – качество жизни;  $D$  – показатель развитости аварийно-спасательных служб и негативных факторов, снижающих устойчивость:  $En$  – коэффициент экологической напряжённости;  $Dp$  – показатель демографической нагрузки).

Интегральный риск природопользования ( $Rp$ ) рассчитывался по формуле:

$$Rp = \frac{Hp}{Vp} \quad (1)$$

где  $Hp$  – коэффициент природной опасности, а  $Vp$  – коэффициент защищённости территории.

Расчёт коэффициента природной опасности ( $Hp$ ) проводился с учётом ведущих для региона ЭГП. На первом этапе для каждого из 21 муниципального образования был рассчитан суммарный балл природной опасности на основе поражённости территории тремя основными процессами: эрозией (овражной и поверхностной), оползнями и карстом. Весовые коэффициенты для каждого процесса (50 %, 33 % и 17 % соответственно) были определены по правилу Фишберна [1978], исходя из их вклада в общую поражённость региона (62 %, 9,2 % и 12,5 % по данным табл. 1). Количественные характеристики поражённости территории представлены в табл. 1.

Таблица 1  
Table 1

Количественные характеристики опасных природных и природно-антропогенных процессов на территории Белгородской области [Киреева-Гененко и др., 2021]  
Quantitative characteristics of hazardous natural and natural-anthropogenic processes in the Belgorod region [Kireeva-Genenko et al., 2021]

| № п/п | Тип процесса                                          | Площадь территории развития ЭГП, км <sup>2</sup> | Поражённость, % |
|-------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------|
| 1     | Эрозионные процессы (овражная и поверхностная эрозии) | 16800                                            | 62              |
| 2     | Суффозионный и карстовый                              | 3400                                             | 12,5            |
| 3     | Оползневый                                            | 2500                                             | 9,2             |
| 4     | Эоловая аккумуляция                                   | 300                                              | 1,1             |
| 5     | Заболачивание (подтопление)                           | 100                                              | 0,4             |

Полученные баллы были скорректированы на демографический показатель по формуле:

$$Hp = Hpi \times \left(\frac{Wi}{W}\right), \quad (2)$$

где  $Hpi$  – показатель природной опасности для  $i$ -го муниципального образования;  $Wi$  – население  $i$ -го муниципального образования;  $W$  – население области.

Такой подход позволил учесть не только площадь распространения опасного процесса, но и потенциальное количество подверженного этой опасности населения.

Расчёт коэффициента защищённости ( $Vp$ ) выполнялся по адаптированной формуле, интегрирующей ключевые аспекты устойчивости территории:

$$Vp = \frac{E+I+L+D}{En+Dp}, \quad (3)$$

где в числителе собраны позитивные факторы:  $E$  – экономический потенциал (ВРП на душу населения);  $I$  – индекс развития инфраструктуры (транспортная доступность и связь);  $L$  – качество жизни (ожидаемая продолжительность жизни);  $D$  – показатель развитости аварийно-спасательных служб (косвенно оценённый по бюджетным расходам). В знаменателе – негативные факторы, снижающие устойчивость:  $En$  – коэффициент экологической напряжённости;  $Dp$  – показатель демографической нагрузки.

Коэффициент  $En$  рассчитывался как сумма баллов (от 1 до 3) по трём компонентам: загрязнение атмосферы, загрязнение водных объектов и деградация земель, на основе данных Государственного доклада о состоянии окружающей среды [О состоянии ..., 2025] и тематических карт Географического атласа Белгородской области [2018].

Показатель  $Dp$  (демографическая нагрузка) определялся как количество лиц нетрудоспособного возраста на 1000 трудоспособных по данным официальной статистики [Белгородская область в цифрах..., 2024].

Вспомогательными методами, использованными на различных этапах исследования, стали:

1. Системный и сравнительный анализ – при изучении теоретических основ, зарубежного и отечественного опыта управления рисками.

2. Статистические методы – при обработке данных о природных процессах, населении и экономических показателях.

3. Картографический метод и ГИС-технологии – для визуализации пространственного распределения опасных процессов, уровня риска и проведения районирования территории.

4. Метод экспертных оценок – применялся при балльной оценке компонентов экологической напряжённости ( $En$ ) [Морина и др., 2012].

Использование данного комплекса методов на основе адаптированной методики С.Б. Кузьмина [2015] с опорой на предшествующие региональные исследования ЭГП [Петин и др., 2013; Фурманова и др., 2016; Хрисанов, Колмыков, 2017; Саблина и др. 2019; Павлюк, 2022; Саблина, Нарожная, 2023; Красников и др., 2024; Сарычев и др., 2024] позволило обеспечить комплексность, достоверность и практическую применимость результатов оценки риска природопользования для территории Белгородской области.

### Результаты и их обсуждение

Анализ пространственного распределения и интенсивности экзогенных геологических процессов (ЭГП) подтвердил их определяющую роль в формировании природной опасности на территории Белгородской области.

Согласно анализу исходных фондовых материалов, собственных расчётов и данных картографирования, эрозионными процессами различной интенсивности поражено 62 % территории (16800 км<sup>2</sup>), что является максимальным вкладом в общую геоморфологическую уязвимость региона [Киреева-Гененко и др., 2021]. Наиболее высокая поражённость (свыше 80 %) характерна для Волоконовского (80 %), Ивнянского (81 %), Краснояружского (94 %) и Ракитянского (85 %) муниципальных округов.

Оползневые процессы в Белгородской области получили развитие на площади 2500 км<sup>2</sup> (9,2 %) и представляют особую опасность в восточных районах (Валуйский, Вейделевский, Волоконовский, Красненский округа), где зафиксированы показатели поражённости от 11,6 % до 14,8 % [Киреева-Гененко и др., 2021; Сарычев и др., 2024].

Карстово-суффозионные процессы охватывают 12,5 % территории Белгородской области, с максимальной активностью в Валуйском и Старооскольском округах (9,8 % и 9,1 % соответственно) [Киреева-Гененко и др., 2021].

Сводные результаты расчёта суммарного балла природной опасности с учётом весовых значений по правилу Фишберна приведены в табл. 2.

Суммарный балл природной опасности ( $Hpi$ ) рассчитан на основе поражённости территории тремя ведущими ЭГП: эрозией, оползнями и карстом, вносящими наибольший вклад. Различной интенсивности процесса, выраженной в % поражённости, соответствует свой уровень природной опасности (низкий, средний, высокий), которому, в свою очередь, присвоен определённый балл (рассчитанный по правилу Фишберна).

Таблица 2  
Table 2

Сводная таблица расчёта суммарного балла природной опасности  
с учётом весовых значений по правилу Фишберна (составлено авторами)  
Summary table for calculating the total score of natural hazard taking into account weighting values  
according to Fishburn's rule (compiled by the authors)

| №                             | Муниципальное образование  | Площадь округа, км <sup>2</sup> | Поражённость территории с оценкой уровня природной опасности <sup>1</sup> |              |            | Суммарный балл природной опасности (Hpi) |
|-------------------------------|----------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|--------------|------------|------------------------------------------|
|                               |                            |                                 | эрозией, %                                                                | оползнями, % | карстом, % |                                          |
| 1                             | Алексеевский               | 1765,1                          | 65,0<br>С                                                                 | 10,4<br>С    | 6,6<br>С   | 66,6                                     |
| 2                             | Белгородский и г. Белгород | 1627,8                          | 61,0<br>С                                                                 | 10,3<br>С    | 2,5<br>Н   | 55,6                                     |
| 3                             | Борисовский                | 650,4                           | 57,0<br>С                                                                 | 6,0<br>С     | 3,2<br>Н   | 55,6                                     |
| 4                             | Валуйский                  | 1700,6                          | 70,0<br>В                                                                 | 11,8<br>В    | 9,8<br>В   | 100,0                                    |
| 5                             | Вейделевский               | 1356,3                          | 65,0<br>С                                                                 | 11,6<br>В    | 5,2<br>С   | 72,3                                     |
| 6                             | Волоконовский              | 1287,7                          | 80,0<br>В                                                                 | 13,3<br>В    | 5,1<br>С   | 89,0                                     |
| 7                             | Грайворонский              | 853,8                           | 61,0<br>С                                                                 | 2,9<br>Н     | 2,2<br>Н   | 50,0                                     |
| 8                             | Губкинский                 | 1526,6                          | 55,0<br>С                                                                 | 5,9<br>С     | 6,5<br>С   | 66,6                                     |
| 9                             | Ивнянский                  | 871,1                           | 81,0<br>В                                                                 | 6,0<br>С     | 3,4<br>С   | 83,3                                     |
| 10                            | Корочанский                | 1464,1                          | 44,0<br>С                                                                 | 8,7<br>С     | 6,3<br>С   | 66,6                                     |
| 11                            | Красненский                | 851,9                           | 76,0<br>В                                                                 | 14,8<br>В    | 4,6<br>С   | 89,0                                     |
| 12                            | Красногвардейский          | 1762,6                          | 50,0<br>С                                                                 | 9,0<br>С     | 4,2<br>С   | 66,6                                     |
| 13                            | Краснояржский              | 479,2                           | 94,0<br>В                                                                 | 4,8<br>С     | 4,6<br>С   | 83,3                                     |
| 14                            | Новооскольский             | 1401,6                          | 50,0<br>С                                                                 | 7,4<br>С     | 4,0<br>С   | 66,6                                     |
| 15                            | Прохоровский               | 1378,7                          | 66,0<br>С                                                                 | 8,9<br>С     | 6,4<br>С   | 66,6                                     |
| 16                            | Ракитянский                | 900,9                           | 85,0<br>В                                                                 | 2,9<br>Н     | 5,7<br>С   | 77,7                                     |
| 17                            | Ровеньский                 | 1369,2                          | 50,0<br>С                                                                 | 13,0<br>В    | 5,1<br>С   | 72,3                                     |
| 18                            | Старооскольский            | 1693,5                          | 55,0<br>С                                                                 | 5,8<br>С     | 9,1<br>В   | 77,6                                     |
| 19                            | Чернянский                 | 1227,5                          | 33,0<br>Н                                                                 | 8,9<br>С     | 4,0<br>С   | 50,0                                     |
| 20                            | Шебекинский                | 1865,9                          | 56,0<br>С                                                                 | 12,2<br>В    | 8,0<br>В   | 83,3                                     |
| 21                            | Яковлевский                | 1089,8                          | 33,0<br>Н                                                                 | 10,4<br>С    | 2,3<br>Н   | 39,0                                     |
| Всего по Белгородской области |                            | 27133,5                         | 60,0                                                                      | 9,2          | 5,5        | 74,7                                     |

Примечание: <sup>1</sup>В – высокий уровень природной опасности; С – средний уровень природной опасности; Н – низкий уровень природной опасности.

Распределение баллов критериев природной опасности по уровням (низкий, средний, высокий) представлено в табл. 3.

Таблица 3  
Table 3

Распределение баллов критериев природной опасности по уровням  
Distribution of natural hazard criteria scores by levels

| №<br>п/п | Критерии                                              | Уровни |         |         |
|----------|-------------------------------------------------------|--------|---------|---------|
|          |                                                       | низкий | средний | высокий |
| 1        | Эрозионные процессы (овражная и поверхностная эрозии) | 16,7   | 33,3    | 50      |
| 2        | Суффозионный и карстовый                              | 11     | 22      | 33      |
| 3        | Оползневой                                            | 5,7    | 11,3    | 17      |
| Итого    |                                                       | 33,4   | 66,6    | 100     |

Пространственное распределение суммарного балла природной опасности на территории Белгородской области отражено на карте (рис.1).

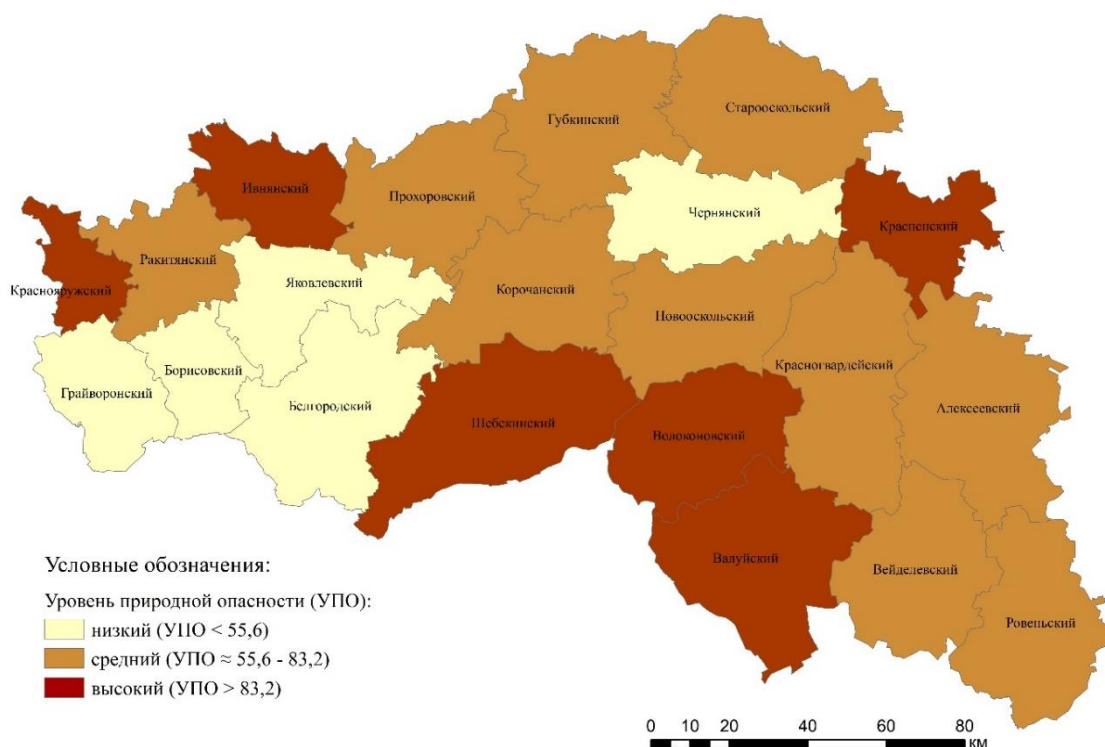


Рис.1. Распределение оценок природной опасности ( $H_{pi}$ ) на территории Белгородской области  
Fig.1. Distribution of natural hazard estimates ( $H_{pi}$ ) on the territory of the Belgorod region

Территории с низким уровнем природной опасности (УПО < 55,6) относительно стабильны. Развитие опасных геоморфологических процессов ограничено. Риск нанесения ущерба хозяйственной инфраструктуре и населению минимален. Планирование хозяйственной деятельности может вестись без существенных ограничений, связанных с геологическими рисками (Яковлевский муниципальный округ – 39,0).

Территории со средним уровнем природной опасности (УПО ≈ 55,6–83,2) характеризуются умеренной активностью опасных процессов. Наличие одного или двух процессов на уровне «высокий» или комбинации процессов на уровне «средний» создаёт потенциальную угрозу. Требуется проведение профилактических мероприятий и учёт

природных рисков при размещении новых объектов, особенно в зонах с высокой поражённостью (подавляющее большинство округов, включая Белгородский (55,6), Борисовский (55,6), Грайворонский (50,0), Губкинский (66,6), Корочанский (66,6), Красногвардейский (66,6), Новооскольский (66,6), Прохоровский (66,6), Чернянский (50,0) и др.). Высокий уровень природной опасности ( $УПО > 83,2$ ) характерен для территории с интенсивным развитием опасных ЭГП, где наблюдается сочетание нескольких процессов на высоком уровне. Существует реальная угроза повреждения зданий, инженерных сооружений, дорог, сельскохозяйственных угодий. Требуется проведение дорогостоящих инженерных защитных мероприятий и строгий контроль за хозяйственной деятельностью (Валуйский (100,0), Волоконовский (89,0), Ивнянский (83,3), Красненский (89,0), Краснояружский (83,3), Ракитянский (77,7), Старооскольский (77,6), Шебекинский (83,3)).

Данные расчётов говорят о доминировании в пределах Белгородской области среднего уровня природной опасности: 12 из 21 муниципальных округов. Для региона, в целом, характерна умеренная, но повсеместная активность опасных геоморфологических процессов.

Расчёт коэффициента природной опасности ( $H_p$ ) с последующей корректировкой на демографический показатель выявил критическое перераспределение приоритетов. Абсолютным лидером по исходному суммарному баллу стал Валуйский муниципальный округ (100 баллов), где все три ключевых процесса проявили высокий уровень активности. Однако, после учёта доли населения, проживающего в округе (4,22 % от населения области), итоговый показатель составил  $H_p = 4,22$ .

В то же время, Белгородский муниципальный округ (включая г. Белгород), имея средний уровень природной опасности (55,6 баллов), получил максимальный в области показатель  $H_p = 19,25$ . Это является следствием «парадокса мегаполиса»: концентрация населения области (34,62 %) и критической инфраструктуры в зоне даже умеренной природной опасности формирует наихудший сценарий потенциального ущерба. Аналогичная, хотя и менее выраженная, ситуация характерна для Старооскольского городского округа ( $H_p = 12,96$ ) при доле населения 16,7 %. Сводная таблица расчёта итогового показателя природной опасности ( $H_p$ ) по муниципальным образованиям Белгородской области с корректировкой на демографический фактор приведена в табл. 4.

Пространственное распределение показателя природной опасности ( $H_p$ ) по муниципальным образованиям Белгородской области отражено на карте (рис. 2).

К территориям с критическим уровнем риска природной опасности ( $H_p > 10$ ) отнесены Белгородский муниципальный округ и г. Белгород (19,25) и Старооскольский г.о. (12,96). Это зоны наивысшего приоритета для мероприятий по снижению рисков. Несмотря на то, что природная опасность здесь средняя (55,6) и повышенная (77,6) соответственно, высокая концентрация населения (34,6 % и 16,7 % от всего населения области) приводит к тому, что именно здесь потенциальные социальные и экономические последствия от проявления опасных процессов максимальны для всей Белгородской области. Любой оползень, карстовый провал или проявление эрозии здесь могут затронуть огромное количество людей и инфраструктуры.

Территории с высоким уровнем риска природной опасности ( $H_p$  от 2 до 10) – Губкинский г.о. (5,0), Шебекинский (4,54), Валуйский (4,22), Алексеевский (2,57). Это также ключевые зоны внимания. Муниципальные округа вошли в эту группу по разным причинам: Валуйский – обладает максимальной природной опасностью (100,0), и даже при средней численности населения (4,22 %) риск велик. Губкинский и Шебекинский – сочетают повышенную природную опасность со значительной численностью населения (7,5 % и 5,45 %). Алексеевский – имеет среднюю природную опасность, но является одним из самых населённых среди периферийных округов.

Таблица 4  
Table 4

Сводная таблица расчёта итогового показателя природной опасности ( $H_p$ )  
по муниципальным образованиям Белгородской области  
Summary table for calculating the final indicator of natural hazard ( $H_p$ )  
for the municipalities of the Belgorod region

| №                             | Муниципальное образование          | Численность населения, чел. на 01.01.2024 г. | Доля населения, % | $W_i/W$ | Суммарный балл природной опасности ( $H_{pi}$ ) | Итоговый показатель природной опасности ( $H_p$ ) |
|-------------------------------|------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------|---------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| 1                             | Алексеевский                       | 58 008                                       | 3,86              | 0,0386  | 66,6                                            | 2,57                                              |
| 2                             | Белгородский (в т. ч. г. Белгород) | 519 544                                      | 34,62             | 0,3462  | 55,6                                            | 19,25                                             |
| 3                             | Борисовский                        | 22 875                                       | 1,52              | 0,0152  | 55,6                                            | 0,85                                              |
| 4                             | Валуйский                          | 63 354                                       | 4,22              | 0,0422  | 100                                             | 4,22                                              |
| 5                             | Вейделевский                       | 20 272                                       | 1,35              | 0,0135  | 72,3                                            | 0,98                                              |
| 6                             | Волоконовский                      | 28 634                                       | 1,91              | 0,0191  | 89,0                                            | 1,7                                               |
| 7                             | Грайворонский                      | 26 027                                       | 1,73              | 0,0173  | 50,0                                            | 0,87                                              |
| 8                             | Губкинский                         | 112 690                                      | 7,51              | 0,0751  | 66,6                                            | 5,00                                              |
| 9                             | Ивнянский                          | 20 699                                       | 1,38              | 1,38    | 83,3                                            | 1,15                                              |
| 10                            | Корочанский                        | 33 667                                       | 2,24              | 0,0224  | 66,6                                            | 1,5                                               |
| 11                            | Красненский                        | 10 965                                       | 0,73              | 0,0073  | 89,0                                            | 0,65                                              |
| 12                            | Красногвардейский                  | 31 492                                       | 2,10              | 0,021   | 66,6                                            | 1,40                                              |
| 13                            | Краснояржский                      | 13 817                                       | 0,92              | 0,0092  | 83,3                                            | 0,77                                              |
| 14                            | Новооскольский                     | 38 749                                       | 2,58              | 0,0258  | 66,6                                            | 1,71                                              |
| 15                            | Прохоровский                       | 26 684                                       | 1,78              | 1,78    | 66,6                                            | 1,19                                              |
| 16                            | Ракитянский                        | 32 687                                       | 2,18              | 0,0218  | 77,7                                            | 1,69                                              |
| 17                            | Ровеньский                         | 22 050                                       | 1,47              | 0,0147  | 72,3                                            | 1,06                                              |
| 18                            | Старооскольский                    | 250 703                                      | 16,70             | 0,1670  | 77,6                                            | 12,96                                             |
| 19                            | Чернянский                         | 29 191                                       | 1,94              | 0,0194  | 50,0                                            | 0,97                                              |
| 20                            | Шебекинский                        | 81 806                                       | 5,45              | 0,0545  | 83,3                                            | 4,54                                              |
| 21                            | Яковлевский                        | 56 945                                       | 3,79              | 0,0379  | 39,0                                            | 1,48                                              |
| Всего по Белгородской области |                                    | 1500859                                      | 100               | 1       | 74,7                                            | 0,747                                             |

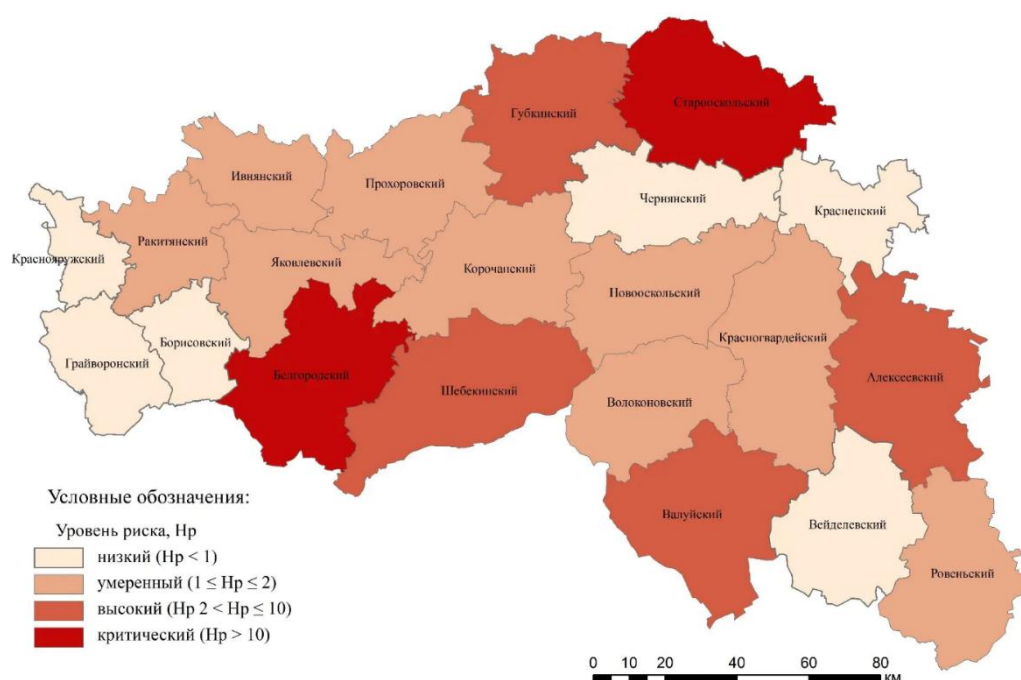


Рис. 2. Распределение уровней риска природной опасности ( $H_p$ ) на территории Белгородской области  
Fig. 2. Distribution of natural hazard risk levels ( $H_p$ ) across the territory of the Belgorod region

Округа с умеренным уровнем риска природной опасности ( $H_p$  от 1 до 2) – Новооскольский (1,71), Ракитянский (1,69), Волоконовский (1,70), Прохоровский (1,19), Ивнянский (1,15), Яковлевский (1,48), Корочанский (1,50), Красногвардейский (1,40). Риск в этих округах существенный, но управляемый. Он обусловлен либо средней природной опасностью и небольшой численностью населения, либо (как в случае с Волоконовским м.о.) высокой опасностью, но очень малой долей населения (1,91 %). Округа с низким уровнем риска природной опасности ( $H_p < 1$ ) – Борисовский (0,85), Грайворонский (0,87), Чернянский (0,97), Вейделевский (0,98), Ровенский (1,06), Краснояружский (0,77), Красненский (0,65). В этих округах совокупный риск для области минимален. Это связано с их малой численностью населения (в сумме менее 12 % от населения региона), что нивелирует даже высокие баллы природной опасности (например, у Красненского – 89,0).

Оценка коэффициента защищенности ( $V_p$ ) показала выраженную поляризацию территории. Наименее защищенными ( $V_p = 5,26–5,88$ ) оказались крупные промышленно-урбанизированные территории: г. Белгород, Старооскольский и Губкинский г.о. Эти территории характеризуются максимально высокой экологической напряженностью ( $En = 8$ ), обусловленной концентрацией промышленного производства и транспортной инфраструктуры. При этом демографическая нагрузка в г. Белгород является одной из самых низких в области (706), а в Старом Осколе соответствует среднерегиональному высокому уровню (750). Наиболее защищенными ( $V_p = 2,0–2,27$ ) стали аграрные районы с низкой промышленной нагрузкой (Борисовский, Вейделевский, Волоконовский, Корочанский и др.), где риски определяются преимущественно демографическим фактором.

Характеристика показателей защищенности территории Белгородской области представлена в табл. 5.

Таблица 5  
Table 5

Характеристика показателей защищенности территории Белгородской области  
(составлено авторами на основе [Белгородская область в цифрах..., 2024])  
Characteristics of the territory protection indicators of the Belgorod region  
(compiled by the authors based on [Belgorod Region in Figures..., 2024])

| Показатель                                    | Обозначение | Характеристика на основе данных                                          | Значение (год)                                                                                                                                                           | Интерпретация                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Экономическое развитие                        | E           | Валовой региональный продукт (ВРП) на душу населения                     | 859 545 руб. (2024)                                                                                                                                                      | Показатель отражает высокий экономический потенциал региона для финансирования мер по ЧС                                                                       |
| Развитие инфраструктуры                       | I           | Протяжённость автомобильных дорог; Основные показатели связи             | 1150 км общих границ; Общая протяжённость дорог 11 256 км, из них 9574 км дорог с твердым покрытием; Повсеместное распространение сотовой связи, Интернета и телевидения | Транспортная сеть и система связи развиты, что критически важно для эвакуации, доставки помощи и оповещения                                                    |
| Качество жизни                                | L           | Ожидаемая продолжительность жизни при рождении                           | 73,70 лет (2024 г.)                                                                                                                                                      | Интегральный индикатор находится на среднем уровне, указывает на удовлетворительное состояние здоровья населения, что влияет на устойчивость к последствиям ЧС |
| Развитость аварийно-спасательных служб и ГОЧС | D           | Прямые данные отсутствуют в свободном доступе, косвенно: расходы бюджета | 201 552 млн руб. (общие расходы, 2024 г.)                                                                                                                                | Аварийно-спасательные службы и ГОЧС представлены в каждом муниципальном округе                                                                                 |

Вклад экологической и демографической нагрузки в защищённость от ЧС по муниципальным образованиям приведен в табл. 6.

Таблица 6  
Table 6

Вклад экологической и демографической нагрузки в защищенность от ЧС  
Contribution of environmental and demographic load to emergency protection

| Муниципальное образование | Интегральный коэффициент эконапряжённости ( $E_n$ ) | Демографическая нагрузка ( $D_p$ ) <sup>1</sup> | Совместный вклад в защищённость от ЧС | Коэффициент защищённости ( $V_p$ ) |
|---------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|
| Старооскольский           | 8                                                   | 750                                             | 0,17                                  | 5,88                               |
| г. Белгород               | 8                                                   | 706                                             | 0,19                                  | 5,26                               |
| Губкинский                | 6                                                   | 750                                             | 0,33                                  | 3,00                               |
| Алексеевский              | 6                                                   | 830                                             | 0,25                                  | 4,00                               |
| Валуйский                 | 6                                                   | 830                                             | 0,25                                  | 4,00                               |
| Шебекинский               | 6                                                   | 750                                             | 0,33                                  | 3,00                               |
| Яковлевский               | 6                                                   | 750                                             | 0,33                                  | 3,00                               |
| Белгородский              | 5                                                   | 710                                             | 0,50                                  | 2,00                               |
| Борисовский               | 5                                                   | 750                                             | 0,44                                  | 2,27                               |
| Вейделевский              | 5                                                   | 750                                             | 0,44                                  | 2,27                               |
| Волоконовский             | 5                                                   | 750                                             | 0,44                                  | 2,27                               |
| Грайворонский             | 5                                                   | 750                                             | 0,44                                  | 2,27                               |
| Ивнянский                 | 5                                                   | 750                                             | 0,44                                  | 2,27                               |
| Корочанский               | 5                                                   | 750                                             | 0,44                                  | 2,27                               |
| Красненский               | 5                                                   | 750                                             | 0,44                                  | 2,27                               |
| Красногвардейский         | 5                                                   | 750                                             | 0,44                                  | 2,27                               |
| Краснояржский             | 5                                                   | 750                                             | 0,44                                  | 2,27                               |
| Новооскольский            | 5                                                   | 750                                             | 0,44                                  | 2,27                               |
| Прохоровский              | 5                                                   | 750                                             | 0,44                                  | 2,27                               |
| Ракитянский               | 5                                                   | 750                                             | 0,44                                  | 2,27                               |
| Ровеньский                | 5                                                   | 750                                             | 0,44                                  | 2,27                               |
| Чернянский                | 5                                                   | 750                                             | 0,44                                  | 2,27                               |

Примечание: <sup>1</sup> Показатель демографической нагрузки рассчитан на 1000 чел. трудоспособного населения

Интегральная оценка риска природопользования ( $R_p$ ) и последующее районирование позволили выделить пять уровней риска (табл. 7).

Таблица 7  
Table 7

Ранжирование муниципальных образований Белгородской области по риску природопользования  
Ranking of the municipalities of the Belgorod region by environmental management risk

| №  | Муниципальное образование         | Коэффициент природной опасности ( $H_p$ ) | Коэффициент защищённости ( $V_p$ ) | Риск природопользования ( $R_p$ ) | Интерпретация уровня риска |
|----|-----------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|
| 1  | Белгородский (в т.ч. г. Белгород) | 19,25                                     | 5,26                               | 3,66                              | Катастрофический           |
| 2  | Старооскольский                   | 12,96                                     | 5,88                               | 2,20                              | Катастрофический           |
| 3  | Губкинский                        | 5,00                                      | 3,00                               | 1,67                              | Очень высокий              |
| 4  | Шебекинский                       | 4,54                                      | 3,00                               | 1,51                              | Очень высокий              |
| 5  | Валуйский                         | 4,22                                      | 4,00                               | 1,06                              | Высокий                    |
| 6  | Алексеевский                      | 2,57                                      | 4,00                               | 0,64                              | Повышенный                 |
| 7  | Яковлевский                       | 1,48                                      | 3,00                               | 0,49                              | Умеренный                  |
| 8  | Новооскольский                    | 1,71                                      | 2,27                               | 0,75                              | Повышенный                 |
| 9  | Волоконовский                     | 1,70                                      | 2,27                               | 0,75                              | Повышенный                 |
| 10 | Ракитянский                       | 1,69                                      | 2,27                               | 0,74                              | Повышенный                 |
| 11 | Корочанский                       | 1,50                                      | 2,27                               | 0,66                              | Повышенный                 |
| 12 | Красногвардейский                 | 1,40                                      | 2,27                               | 0,62                              | Повышенный                 |
| 13 | Прохоровский                      | 1,19                                      | 2,27                               | 0,52                              | Повышенный                 |
| 14 | Ивнянский                         | 1,15                                      | 2,27                               | 0,51                              | Повышенный                 |
| 15 | Ровеньский                        | 1,06                                      | 2,27                               | 0,47                              | Умеренный                  |
| 16 | Чернянский                        | 0,97                                      | 2,27                               | 0,43                              | Умеренный                  |
| 17 | Вейделевский                      | 0,98                                      | 2,27                               | 0,43                              | Умеренный                  |
| 18 | Краснояржский                     | 0,77                                      | 2,27                               | 0,34                              | Умеренный                  |
| 19 | Грайворонский                     | 0,87                                      | 2,27                               | 0,38                              | Умеренный                  |
| 20 | Борисовский                       | 0,85                                      | 2,27                               | 0,37                              | Умеренный                  |
| 21 | Красненский                       | 0,65                                      | 2,27                               | 0,30                              | Умеренный                  |

Катастрофический риск ( $R_p > 2,0$ ): Белгородский м.о. (с г. Белгород,  $R_p = 3,66$ ) и Старооскольский г.о. ( $R_p = 2,20$ ). На эти два образования, где проживает 51,3 % населения области, приходится максимальный совокупный риск, обусловленный синергией высокой уязвимости инфраструктуры и населения при низкой защищённости.

Очень высокий риск ( $R_p = 1,5–2,0$ ): Губкинский ( $R_p = 1,67$ ) и Шебекинский ( $R_p = 1,51$ ) городские округа. Риск формируется значительной промышленной нагрузкой, развитием ЭГП и повышенной демографической уязвимостью.

Высокий риск ( $R_p = 1,0–1,5$ ): Валуйский муниципальный округ ( $R_p = 1,06$ ). Ключевой фактор – максимальная в области природная опасность (100 баллов).

Повышенный риск ( $R_p = 0,5–1,0$ ): 8 муниципальных образований (Алексеевский, Новооскольский, Волоконовский и др.), где умеренная природная опасность сочетается со средней защищённостью.

Умеренный риск ( $R_p < 0,5$ ): 8 преимущественно сельскохозяйственных районов (Красненский, Борисовский, Ровеньский и др.) с наименьшим потенциалом возникновения значительного ущерба.

Пространственное распределение риска природопользования в пределах Белгородской области отражено на карте (рис. 3).

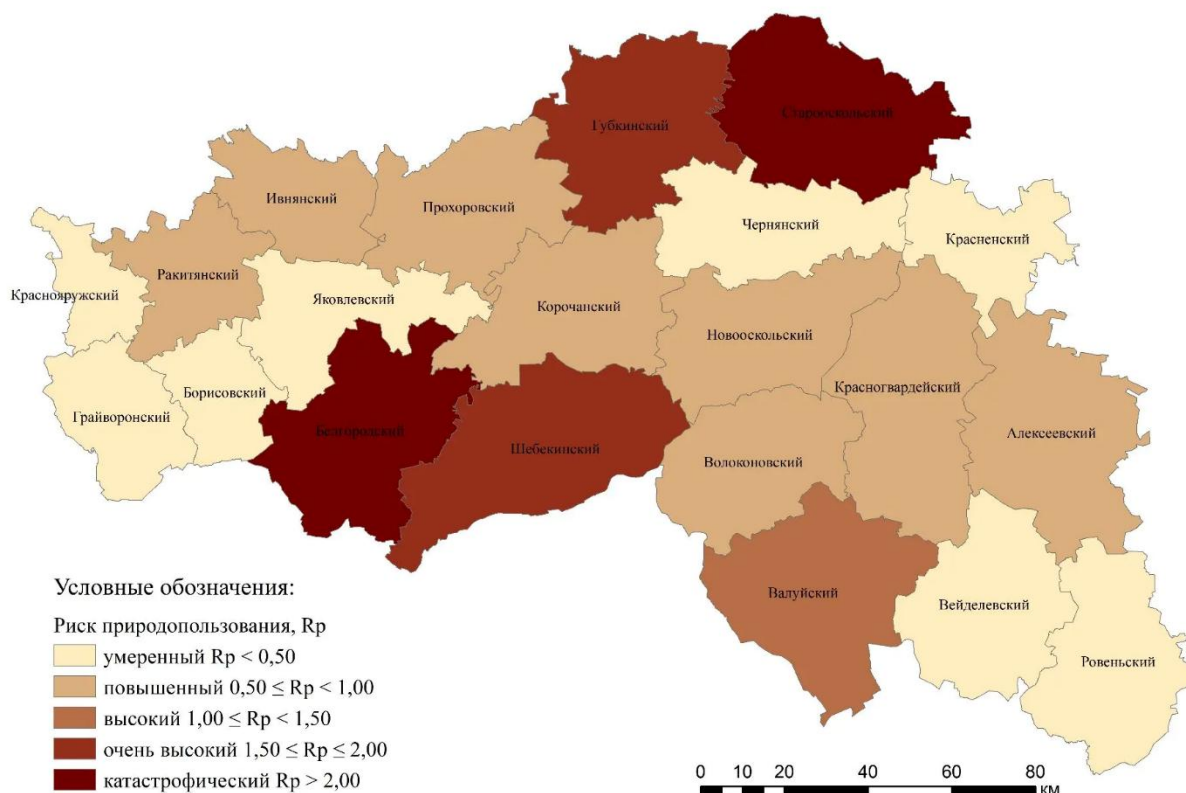


Рис. 3. Распределение уровней риска природопользования ( $R_p$ ) на территории Белгородской области

Fig. 3. Distribution of environmental management risk ( $R_p$ ) levels across the territory of the Belgorod region

Таким образом, около 65 % населения Белгородской области проживает в зонах катастрофического, очень высокого и высокого риска природопользования, что концентрирует основные угрозы техносферной безопасности и устойчивому развитию в ограниченном числе урбанизированных и промышленных территорий.

Полученные результаты подтверждают необходимость перехода от унифицированных к строго дифференцированным, адресным стратегиям управления рисками на региональном и муниципальном уровнях. Приоритетные меры должны быть сосредоточены на территориях с катастрофическим и очень высоким риском, где требуется комплексное сочетание инженерной защиты, градостроительного регулирования и усиления потенциала аварийно-спасательных служб. Для зон повышенного и умеренного риска достаточно внедрения адаптивных мероприятий в рамках текущей хозяйственной деятельности и систем мониторинга.

### Заключение

На основании проведённого исследования по комплексной оценке рисков природопользования в Белгородской области с учётом развития экзогенных геологических процессов были сделаны следующие ключевые выводы.

Разработан и апробирован адаптированный методический подход, позволяющий интегрировать количественную оценку поражённости территории ведущими экзогенными геологическими процессами (эрозия, оползни, карст) с социально-экономическими факторами уязвимости и защищённости на муниципальном уровне. Нововведением стала корректировка

природной опасности на демографический вес территории, что позволило сместить акцент с площадного распространения процессов на потенциальный масштаб ущерба.

Выявлен «парадокс мегаполиса» – максимальный интегральный риск природопользования формируется не в районах с наибольшей природной опасностью, а в пределах крупнейших урбанизированных территорий – Белгородском (включая г. Белгород, где  $Rp = 3,66$  и Старооскольском, где  $Rp = 2,20$ ) городских округах, где проживает свыше 51 % населения области. Это обусловлено сочетанием высокой концентрации населения и инфраструктуры со средним уровнем природной опасности и значительной уязвимостью.

Выявлена резкая пространственная дифференциация риска, образующая две критические зоны (Белгородская и Старооскольско-Губкинская агломерации) и обширную периферию с умеренным уровнем опасности. При этом около 65 % населения области проживает в зонах высокого, очень высокого и катастрофического риска, что требует пересмотра подходов к территориальному планированию и распределению ресурсов системы предупреждения ЧС.

Определены приоритетные направления для дифференцированного управления рисками, включающие:

а) Внедрение почвозащитных технологий и развитие страхования урожая в агропромышленных районах с высокой эрозионной опасностью.

б) Модернизацию инфраструктуры, ограничение застройки в зонах риска и внедрение систем геомониторинга в городских агломерациях.

в) Учёт карт риска при территориальном планировании и дифференциацию ресурсов ГОЧС в зависимости от уровня риска муниципальных образований.

Таким образом, результаты исследования обеспечивают научно-практическую основу для перехода от реактивного к проактивному управлению комплексными рисками в Белгородской области, способствуя повышению техносферной безопасности, минимизации ущерба и обеспечению устойчивого развития региона в условиях возрастающей антропогенной нагрузки.

### Список источников

- Белгородская область в цифрах. 2024. Белгород, Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Белгородской области (Белгородстат), 150 с.
- ГОСТ Р 22.1.12–2023. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Методика оценки рисков чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера на территориях субъектов Российской Федерации и муниципальных образований. 2023. М., Стандартинформ, 45 с.
- О состоянии и об охране окружающей среды Белгородской области в 2024 году. 2025. Белгород, Государственный доклад, 196 с.
- Методические рекомендации по оценке рисков возникновения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера на территориях субъектов Российской Федерации (утв. МЧС России 01.12.2022 № 2–4–71–46–18). 2022. М., ВНИИ ГОЧС, 78 с.
- Киреева-Гененко И.А., Белоусова Л.И., Вендина Т.Н., Лебедева М.Г. 2021. Опасные природные явления и процессы на территории Белгородской области. Белгород, ИД «Белгород» НИУ «БелГУ», 136 с.
- Стратегия социально-экономического развития Белгородской области на период до 2030 года: Постановление Правительства Белгородской области № 514-пп от 28.12.2021. Электронный ресурс. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/3100202307130022> (дата обращения 16.02.2026).
- Петин А.Н., Петина В.И., Белоусова Л.И., Гайворонская Н.И. 2013. Экзогенные процессы рельефообразования равнинных территорий (на примере Белгородской области). Белгород, КОН-СТАНТА, 148 с.
- Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Act of 1980 (CERCLA). Electronic resource. URL: <https://www.epa.gov/enforcement/comprehensive-environmental-response-compensation-and-liability-act-cercla-and-federal> (date of access 16.02.2026).

- Directive 2004/35/EC of the European Parliament and of the Council of 21 April 2004 on environmental liability with regard to the prevention and remedying of environmental damage. 2004. Legislation, European Union: 56–75.
- Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015–2030. 2015. United Nations, 25 p.
- UNISDR Terminology on Disaster Risk Reduction. 2017. Geneva, United Nations International Strategy for Disaster Reduction, 35 p.

### Список литературы

- Белозеров А.И., Гаврилина О.П., Семенихин Н.А. 2025. Современные подходы к оценке экологической безопасности природопользования. Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева, 3(25): 37–43.
- Бычков И.В., Тасейко О.В., Постникова У.С., Москвичев В.В., Шокин Ю.И. 2024. Управление территориальными рисками развития и защищенность социально-природно-техногенных систем. Вестник Российской академии наук, 94(11): 989–1002. <https://doi.org/10.31857/S0869587324110039>
- Вендина Т.Н., Белоусова Л.И. 2019. Геоэкологическая оценка состояния окружающей среды Белгородской области под воздействием промышленности по добыче ОПИ. В кн.: Проблемы природопользования и экологическая ситуация в Европейской России и на сопредельных территориях. Материалы VIII Международной научной конференции, Белгород, 22–25 октября 2019. Белгород, Издательский дом «Белгород»: 315–319.
- Географический атлас Белгородской области: природа, общество, хозяйство. 2018. Под ред. А.Г. Корнилова. Белгород, Константа, 199 с.
- Корнилов А.Г., Петин А.Н., Дроздова Е.А. 2014. Геоморфологические и эколого-экономические аспекты рекультивации отвалов вскрышных пород горнодобывающих предприятий региона КМА. Горный журнал, 8: 74–78.
- Красников Р.В., Хрисанов В.А., Сарычев А.В., Архипцев И.Н. 2024. Экзогенные процессы формирования современной геоэкологической ситуации в Белгородской области. Вестник Забайкальского государственного университета, 30(1): 40–49. <https://doi.org/10.2109/2227-9245-2024-30-1-40-49>
- Кузьмин С.Б. 2015. Мировые оценки риска природопользования. Проблемы современной науки и образования, 10(40): 120–125.
- Кузьмин С.Б. 2020. Сравнительная оценка риска природопользования в субъектах Российской Федерации. Проблемы анализа риска, 17(5): 48–71. <https://doi.org/10.32686/1812-5220-2020-17-5-48-71>
- Маркешина Т.А. 2021. Повышение устойчивости городов и муниципальных образований от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера как важная социальная задача. В кн.: Образовательное пространство как среда формирования культуры безопасности жизнедеятельности населения. Международная научно-практическая конференция, Брянск, 02–04 июня 2021. Брянск, Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского: 175–179.
- Миканович Д.С., Морозов А.А., Гницевич А.И., Гусев А.С. 2024. Методика оценки рисков чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси, 8(2): 209–224. <https://doi.org/10.33408/2519-237X.2024.8-2.209>
- Михеева А.С., Ботоева Н.Б., Бардаханова Т.Б., Аюшеева С.Н., Мекуш Г.Е., ... Сангадиева И.Г. 2024. Оценка последствий эколого-экономических рисков в аграрном природопользовании. Экономика и управление: проблемы, решения, 7(5(146)): 84–92. <https://doi.org/10.36871/ek.up.p.r.2024.05.07.009>
- Михно В.Б., Быковская О.П., Горбунов А.С. 2020. Региональные особенности литоландшафтогенеза Центрального Черноземья. Региональные геосистемы, 44(1): 29–40. <https://doi.org/10.18413/2712-7443-2020-44-1-29-40>
- Морина О.М., Вовчук Е.Е., Пилипич Т.А., Озарян Ю.А. 2012. Оценка экологической напряженности территории для разработки природоохранных мероприятий в зоне влияния ОАО «Корфовский каменный карьер». Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал), 2: 155–160.

- Москвичев В.В., Постникова У.С., Тасейко О.В. 2022. Кластерный анализ в оценке территориальных рисков социально-природно-техногенных систем. *Вычислительные технологии*, 27(3): 112–124. <https://doi.org/10.25743/ICT.2022.27.3.009>
- Олтян И.Ю., Жданенко И.В. 2019. Оценка потенциальной уязвимости общества, экономики и государства перед природными и техногенными угрозами. *Технологии гражданской безопасности*, 16(2(60)): 8–14. <https://doi.org/10.54234/CST.19968493.2019.16.2.60.2.8>
- Павлюк Я.В., Саблина О.М., Смирнова С.Б., Гладкая К.А. 2022. Анализ закономерностей развития линейной эрозии в бассейнах рек на юге Среднерусской возвышенности с использованием ГИС. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 14(3): 192–212. <https://doi.org/10.12731/2658-6649-2022-14-3-192-212>
- Природно-техногенная безопасность: оценка и управление рисками. 2018. Под ред. Н.Г. Рыбальского. М., НИА-Природа, 398 с.
- Саблина О.М., Чендев Ю.Г., Шайдурова А.В. 2019. Закономерности распределения овражных форм на территории Белгородской области. В кн.: Проблемы природопользования и экологическая ситуация в Европейской России и на сопредельных территориях. Материалы VIII Международной научной конференции, Белгород, 22–25 октября 2019. Белгород, Издательский дом «Белгород»: 368–371.
- Саблина О.М., Нарожная А.Г. 2023. Распространение оврагов на территории Белгородской области. *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология*, 3: 25–34. <https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2023/3/25-34>
- Сарычев А.В., Архипцев И.Н., Караулова Е.А. 2024. Гравитационные процессы на территории Белгородской области и их влияние на экологическую ситуацию. В кн.: Геоэкология и рациональное недропользование: от науки к практике. IV Всероссийской научной конференции молодых ученых, Белгород, 10 октября 2024. Белгород, Белгородский государственный национальный исследовательский университет: 180–184.
- Тулупов А.С. 2021. Оценка риска загрязнения окружающей среды: обзор и систематизация методологических подходов и методического обеспечения. *Вестник Московского университета. Серия 6: Экономика*, 6: 3–27. <https://doi.org/10.38050/0130010520216.1>
- Фишберн П. 1978. Теория полезности для принятия решений. М., Наука, 352 с.
- Фурманова Т.Н., Петина М.А., Петин А.Н., Белоусова Л.И. 2016. Техногенная трансформация ландшафтов в зоне влияния активно разрабатываемых месторождений полезных ископаемых региона КМА. *Успехи современного естествознания*, 11–2: 422–426.
- Хрисанов В.А., Колмыков С.Н. 2017. Масштабы трансформации структурно-литологической основы, исходного рельефа и активизации современных экзогенных процессов в результате антропогенной деятельности на территории Белгородской области. *Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки*, 18(267): 94–109.
- Bell M.L., Davis A.G.H. 2019. The Public Health Impacts of Climate Change. *American Journal of Preventive Medicine*, 35(5): 401–402.
- Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) Handbook. 2019. Southfield, MI, Automotive Industry Action Group (AIAG), 150 p.
- Hazard and Operability Study (HAZOP). 2021. In: *Reliability Assessment of Safety and Production Systems*. Ed. by Signoret J.-P., Leroy A. Switzerland, Springer Cham: 157–164.
- Pelling M. 2003. *The Vulnerability of Cities: Natural Disasters and Social Resilience*. London, Earthscan, 256 p.
- Smith K. 2021. *Environmental Hazards: Assessing Risk and Reducing Disaster*. London, Routledge, 478 p.
- UN-Habitat. 2022. *Cities at Risk: Managing Environmental Hazards in Urban Areas*. Nairobi, UN-Habitat, 89 p.

## References

- Belozеров А.И., Гаврилина О.П., Семенikhин Н.А. 2025. Modern Approaches to Assessing the Environmental Safety of Nature Management. *Vestnik Soveta molodykh uchenykh Riazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta imeni P.A. Kostycheva*, 3(25): 37–43 (in Russian).
- Bychkov I.V., Taseiko O.V., Postnikova U.S., Moskvichev V.V., Shokin Yu.I. 2024. Management of Territorial Risks of Development and Security of Social-Natural-Technogenic Systems. *Herald of the Russian Academy of Sciences*, 94(11): 989–1002 (in Russian). <https://doi.org/10.31857/S0869587324110039>

- Vendina T.N., Belousova L.I. 2019. Geoekologicheskaya otsenka sostoyaniya okruzhaiushchei sredy Belgorodskoi oblasti pod vozdeystviem promyshlennosti po dobyche OPI [Geoecological Assessment of the Environmental State of the Belgorod Region Under the Influence of the Mining Industry]. In: Problemy prirodopolzovaniya i ekologicheskaya situatsiya v Evropeiskoi Rossii i na sopredel'nykh territoriyakh [Problems of Nature Management and the Environmental Situation in European Russia and Adjacent Territories]. Proceedings of the VIII International Scientific Conference, Belgorod, 22–25 October 2019. Belgorod, Publ. Belgorod: 315–319.
- Geograficheskii atlas Belgorodskoi oblasti: priroda, obshchestvo, khoziaistvo [Geographical Atlas of the Belgorod Region: Nature, Society, Economy]. Ed. by A.G. Kornilov. Belgorod, Publ. Constanta, 199 p.
- Kornilov A.G., Petin A.N., Drozdova E.A. 2014. Geomorfologicheskie i ekologo-ekonomicheskie aspekty rekul'tivatsii otvalov vskryshnykh porod gornodobyvaiushchikh predpriyatii regiona KMA [Geomorphological and Ecological-Economic Aspects of Recultivation of Overburden Dumps at Mining Enterprises in the KMA Region]. Mining Journal, 8: 74–78 (in Russian).
- Krasnikov R.V., Khrisanov V.A., Sarychev A.V., Arkhiptsev I.N. 2024. Exogenous Processes of Formation of the Modern Geoecological Situation in the Belgorod Region. Transbaikal State University Journal, 30(1): 40–49 (in Russian). <https://doi.org/10.2109/2227-9245-2024-30-1-40-49>
- Kuzmin S.B. 2015. Mirovye otsenki riska prirodopolzovaniya [Global Assessments of Environmental Risk]. Problems of Modern Science and Education, 10(40): 120–125.
- Kuzmin S.B. 2020. Comparative Nature Management Risk Assessment in the Russian Federation Districts. Issues of Risk Analysis, 17(5): 48–71 (in Russian). <https://doi.org/10.32686/1812-5220-2020-17-5-48-71>
- Markeshina T.A. 2021. Increasing the Resilience of Cities and Municipalities from Natural and Man-Made Emergencies as an Important Social Task. In: Educational Space as an Environment for Developing a Culture of Life Safety in the Population. International Scientific and Practical Conference, Bryansk, 2–4 June 2021. Bryansk, Bryansk State University named after Academician I.G. Petrovsky: 175–179 (in Russian).
- Mikanovich D.S., Morozov A.A., Gnitsevich A.I., Gusev A.S. 2024. Methodology of Risk Assessment of Natural and Technogenic Emergencies. Journal of Civil Protection, 8(2): 209–224 (in Russian). <https://doi.org/10.33408/2519-237X.2024.8-2.209>
- Mikheeva A.S., Botoeva N.B., Bardakhanova T.B., Ayusheeva S.N., Mekush G.E., ... Sangadieva I.G. 2024. Assessment of the Consequences of Environmental and Economic Risks in Agricultural Environmental Management. Economics and Management: Problems, Solutions, 7(5(146)): 84–92 (in Russian). <https://doi.org/10.36871/ek.up.p.r.2024.05.07.009>
- Mihno V.B., Bykovskaya O.P., Gorbunov A.S. 2020. Regional Features of Lithological Genesis of Landscapes of the Central Chernozems Region. Regional Geosystems, 44(1): 29–40. <https://doi.org/10.18413/2712-7443-2020-44-1-29-40>
- Morina O.M., Vovchuk E.E., Pilipich T.A., Ozaryan Yu.A. 2012. Otsenka ekologicheskoi napriazhennosti territorii dlia razrabotki prirodookhrannykh meropriyatii v zone vliianiia OAO «Korfovskii kamennyi kar'er» [Assessment of Ecological Tension of the Territory for the Development of Environmental Protection Measures in the Zone of Influence of Korfovsky Stone Quarry]. Gornyi informatsionno-analiticheskii biulleten' (nauchno-tekhnicheskii zhurnal), 2: 155–160.
- Moskvichev V.V., Postnikova U.S., Taseiko O.V. 2022. Cluster Analysis in the Assessment of Territorial Risks for Social-Natural-Technogenic Systems. Computational Technologies, 27(3): 112–124 (in Russian). <https://doi.org/10.25743/ICT.2022.27.3.009>
- Oltyan I.J., Zhdanenko I.V. 2019. Assessing Potential Vulnerability of Society, Economy and the State to Natural and Human-Made Hazards. Civil Security Technology, 16(2(60)): 86–95 (in Russian). <https://doi.org/10.54234/CST.19968493.2019.16.2.60.2.8>
- Pavlyuk Ya.V., Sablina O.M., Smirnova S.B., Gladkaya K.A. 2022. Regularities Analysis of the Linear Erosion Development in River Basins in the South of the Central Russian Hill with the Use of GIS. Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture, 14(3): 192–212 (in Russian). <https://doi.org/10.12731/2658-6649-2022-14-3-192-212>
- Prirodno-tekhnogennaya bezopasnost': otsenka i upravlenie riskami [Natural and Man-Made Safety: Risk Assessment and Management]. 2018. Ed. by N.G. Rybalskiy. Moscow, Publ. NIA-Priroda, 398 p.
- Sablina O.M., Chendev Yu.G., Shaidurova A.V. 2019. Zakonomernosti raspredeleniya ovrazhnykh form na territorii Belgorodskoi oblasti [Patterns of Distribution of Gully Forms on the Territory of the Belgorod Region]. Problemy prirodopolzovaniya i ekologicheskaya situatsiya v Evropeiskoi Rossii i

- na sopredel'nykh territoriiakh]. Proceedings of the VIII International Scientific Conference, Belgorod, 22–25 October 2019. Belgorod, Publ. Belgorod: 368–371.
- Sablina O.M., Narozhnyaya A.G. 2023. Spread of Ravines in the Belgorod Region. Proceedings of Voronezh State University. Series: Geography. Geoecology, 3: 25–34 (in Russian). <https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2023/3/25-34>
- Sarychev A.V., Arkhiptsev I.N., Karaulova E.A. 2024. Gravitatsionnye protsessy na territorii Belgorodskoi oblasti i ikh vliianie na ekologicheskuiu situatsiiu [Gravitational Processes in the Belgorod Region and Their Impact on the Environmental Situation]. Geoekologiya i ratsional'noe nedropol'zovanie: ot nauki k praktike [Geoecology and Rational Subsoil Use: from Science to Practice]. IV All-Russian Scientific Conference of Young Scientists, Belgorod, 10 October 2024. Belgorod, Publ. Belgorod State National Research University: 180–184.
- Tulupov A.S. 2021. Environmental Risk Assessment: Review and Systematization of Methodology and Methodical Support. Lomonosov Economics Journal, 6: 3–27 (in Russian). <https://doi.org/10.38050/0130010520216.1>
- Fishburn P.C. 1970. Utility Theory for Decision Making. New York, Publ. Wiley, 234 p.
- Furmanova T.N., Petina M.A., Petin A.N., Belousova L.I. 2016. Technogenic Landscapes Transformation in the Area of Influence Actively Developing Mineral Deposits of the Region KMA. Advances in current natural sciences, 11–2: 422–426 (in Russian).
- Hrisanov V.A., Kolmykov S.N. 2017. Scale of Transformation of Structural-Lithological Basis, Initial Relief and Activation of Modern Exogenous Processes as Results of Anthropogenic Activity on the Territory of the Belgorod Region. Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural sciences series, 18(267): 94–109 (in Russian).
- Bell M.L., Davis A.G.H. 2019. The Public Health Impacts of Climate Change. American Journal of Preventive Medicine, 35(5): 401–402.
- Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) Handbook. 2019. Southfield, MI, Automotive Industry Action Group (AIAG), 150 p.
- Hazard and Operability Study (HAZOP). 2021. In: Reliability Assessment of Safety and Production Systems. Ed. by Signoret J.-P., Leroy A. Switzerland, Springer Cham: 157–164.
- Pelling M. 2003. The Vulnerability of Cities: Natural Disasters and Social Resilience. London, Earthscan, 256 p.
- Smith K. 2021. Environmental Hazards: Assessing Risk and Reducing Disaster. London, Routledge, 478 p.
- UN-Habitat. 2022. Cities at Risk: Managing Environmental Hazards in Urban Areas. Nairobi, UN-Habitat, 89 p.

*Поступила в редакцию 10.12.2025;  
поступила после рецензирования 09.02.2026;  
принята к публикации 12.06.2026*

*Received December 10, 2025;  
Revised February 09, 2026;  
Accepted June 12, 2026*

**Конфликт интересов:** о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

**Conflict of interest:** no potential conflict of interest related to this article was reported.

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Вендина Татьяна Николаевна**, кандидат географических наук, доцент, доцент кафедры географии, геоэкологии и безопасности жизнедеятельности, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

**Белюсова Людмила Ивановна**, кандидат географических наук, доцент, доцент кафедры географии, геоэкологии и безопасности жизнедеятельности, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

## INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Tatyana N. Vendina**, Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Geography, Geoecology and Life Safety, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia

**Ludmila I. Belousova**, Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Geography, Geoecology and Life Safety, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia

**Киреева-Гененко Ирина Александровна**, кандидат географических наук, доцент, доцент кафедры географии, геоэкологии и безопасности жизнедеятельности, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

**Irina A. Kireeva-Genenko**, Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Geography, Geoecology and Life Safety, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia

**Юдина Юлия Валериевна**, кандидат географических наук, доцент кафедры географии, геоэкологии и безопасности жизнедеятельности, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

**Yulia V. Yudina**, Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Geography, Geoecology and Life Safety, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia