

Экологические аспекты как основа формирования устойчивого развития техногенно нагруженных территорий

Н. Н. Ткаченко¹, В. А. Бударина²✉, И. И. Косинова², И. М. Игнатенко³

¹Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Российская Федерация
(394006, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84)

²Воронежский государственный университет, Российская Федерация
(394018, г. Воронеж, Университетская пл., 1)

³Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Российская Федерация
(308015, г. Белгород, ул. Победы, 85)

Аннотация. Цель настоящей работы заключается в выявлении экологических аспектов птицеводческих комплексов и разработке природоохранных мероприятий, способствующих предотвращению техногенного воздействия на компоненты окружающей среды и восстановлению качества подземных вод.

Материалы и методы. Исследование базируется на экспертном обследовании первичных источников загрязнения (птицеводческих комплексов), расположенных в правобережной части Липецкого промышленного района, отборе проб почв на сельскохозяйственных полях, орошаемых производственными осветленными сточными водами.

Результаты и обсуждение. По результатам исследований в районах размещения птицеводческих хозяйств, а именно в центральной, северо-западной и западной частях исследуемой территории, выявлен высокий уровень расчлененности рельефа с максимальными значениями – 0,5-0,7 км/км². В пределах Липецкого промышленного района под воздействием интенсивной птицеводческой деятельности сформированы зоны со стойкими превышениями концентраций нитратов до 3,1 ПДК. По ряду химических элементов в почвах, орошаемых осветленными сточными водами, выявлены превышения фоновых значений от 10-30 %. Данная экологическая проблема требует разработки и внедрения управленческих решений, направленных на улучшение качества подземных вод эксплуатируемого задонско-елецкого водоносного комплекса.

Заключение. По результатам проведенных исследований источники загрязнения систематизированы по степени негативного воздействия, среди которых выделены первичные и вторичные, которые различаются комплексом экологических аспектов. Выявлены природные факторы, усиливающие трансформацию качества подземных вод. Для выделенных групп хозяйствующих субъектов предложены природоохранные мероприятия.

Ключевые слова: водоносный комплекс, нитратное загрязнение, природоохранные мероприятия, экологические аспекты.

Благодарности: исследование выполнено при финансовой поддержке проекта № 20180180 «Управление процессом воспроизводства экосистем в агроландшафтах» программы «Приоритет – 2030».

Для цитирования: Ткаченко Н. Н., Бударина В. А., Косинова И. И., Игнатенко И. М. Экологические аспекты как основа формирования устойчивого развития техногенно нагруженных территорий // *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология*, 2024, № 4, с. 174-178. DOI: <https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2024/4/174-178>

ВВЕДЕНИЕ

Одной из важных основ системного подхода к снижению и предотвращению негативного воздействия является выявление экологических аспектов природопользователями. При этом необходимо учитывать все экологические аспекты при штатных, нештатных и аварийных ситуациях. Исключение какого-либо экологического аспекта при оценке влияния негативного воздействия, а также при разработке мероприятий по его снижению приводит к экологическим и экономическим последствиям для хозяйствующих субъектов. Липецкая область относится к регионам, использующим подземные воды для обеспечения хозяйственных и питьевых нужд. Эксплуатируемым водоносным под-

разделением на исследуемой территории является задонско-елецкий водоносный комплекс.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Были проведены маршрутное обследование территории, отбор и анализ проб поверхностных и подземных вод, систематизация полученных данных. Проблема загрязнения подземных вод в регионе стоит достаточно остро. Ведущими загрязняющими веществами являются нитраты.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В пределах Липецкого промышленного района сосредоточено большое количество предприятий промышленного и агропромышленного комплексов, объ-



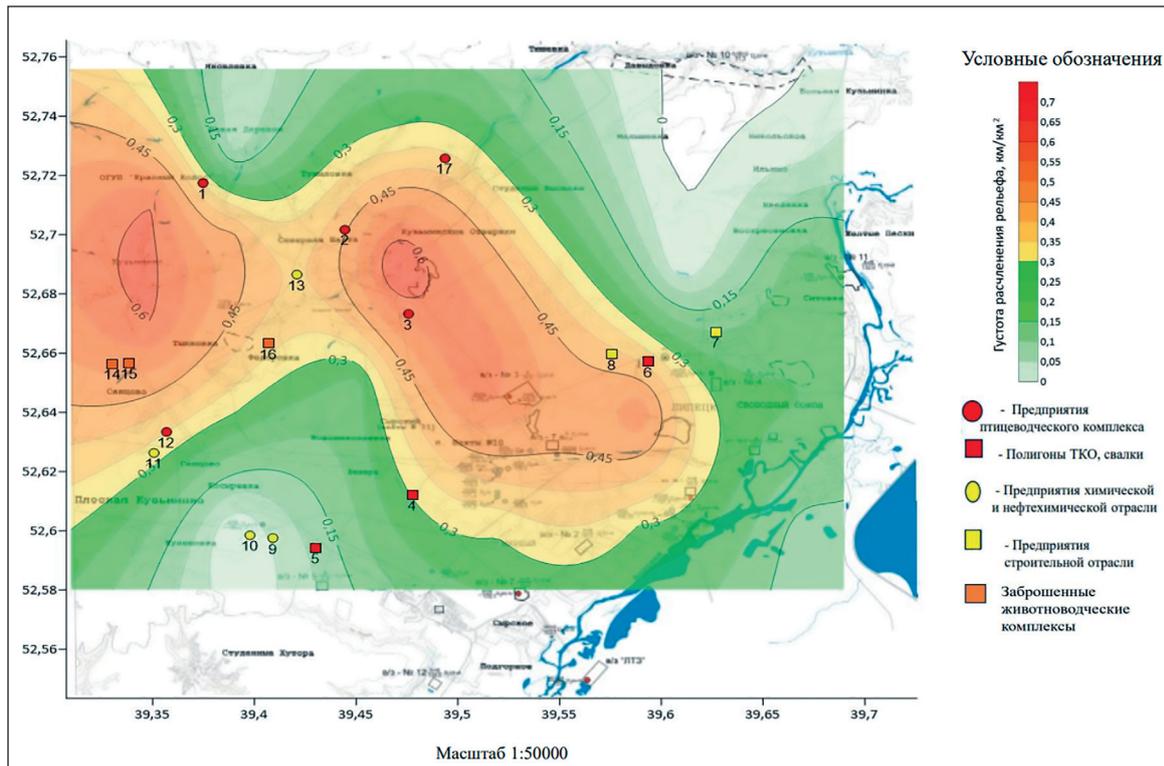


Рис. 1. Карта-схема расчленения рельефа правобережья Липецкого промрайона (данные автора)
 [Fig. 1. Map-diagram of the dismemberment of the relief of the right bank of the Lipetsk industrial district (author's data)]

ектов коммунального сектора, деятельность которых приводит к загрязнению компонентов окружающей среды [1, 4]. Нитратное загрязнение подземных вод обуславливается в том числе и рядом природных факторов: геологическими (наличие овражно-балочных систем) (рис. 1) и гидрогеологическими (низкой защищенностью водоносных комплексов) [3, 8].

Около 15 % территории исследований характеризуется высокой овражной расчлененностью в пределах 0,5-0,7 км/км². Плотность проявления овражных систем является важным экологическим аспектом природного характера, который влияет на степень загрязнения подземных вод. Выявлено, что крупные птицеводческие комплексы, являющиеся первичными источниками загрязнения, размещаются на территориях с максимальной расчлененностью рельефа.

Формирование гидрогеохимической аномалии, обусловленной активной птицеводческой деятельностью, началось в 70-х годах прошлого столетия. В настоящее время максимальные концентрации по нитратам в подземных водах достигают 140 мг/дм³ при ПДК 45 мг/дм³ [6, 7]. На основе выделенных экологических аспектов, все источники подразделены нами на 3 группы.

Деятельность 1-й группы хозяйствующих субъектов отличается отсутствием специализированных площадок и системы обращения с отходами животноводства. На исследуемой территории к данной группе хозяйствующих субъектов относится птицефабрика, размещаемая в северо-западной части исследуемого района с высоким уровнем расчленения рельефа,

достигающим 0,5-0,6 км/км². Ранее проведенными обследованиями в районе размещения птицефабрики был выявлен пруд, частично образованный аварийными стоками помехохранилища птицефабрики, который располагается в балке Ольшань. Концентрации аммонийного азота в воде пруда достигали более 50 ПДК [2]. Комплекс природоохранных мероприятий для данного хозяйствующего субъекта заключается во внедрении системы обращения с птицеводческими отходами. На первом этапе необходимо строительство специализированной площадки для размещения отходов производства. Специализированная площадка должна быть достаточной емкости с учетом того времени, когда внесение отходов животноводства на поля невозможно, чтобы исключить ее переполнение. Исходя из значительного накопленного объема птичьего помета, специализированную площадку предлагаем разделить на 2 карты, которые должны включать накопление куриного помета и его обработку, переработку.

Деятельность второй группы хозяйствующих субъектов, обследованных в 2023 г., отличается накоплением производственных сточных вод в прудах-накопителях и орошением сельскохозяйственных полей осветленными сточными водами. В результате орошения сельхозугодий загрязненной водой, нарушений правил эксплуатации прудов-накопителей, диффузного стока с полей возрастают риски загрязнения поверхностных водных объектов и подземных водоносных комплексов за счет несоответствия качества и состава производственных сточных вод установленным нормативам. На

исследуемой территории ранее проведенными обследованиями выявлено превышение концентраций аммонийного азота свыше 50 ПДК в реке Кузьминка, расположенной вблизи птицекомплекса, за счет аварийных сбросов производственных сточных вод [5].

В рамках обследования были проведены отборы и аналитические исследования проб почв сельскохозяйственных полей, орошаемых осветленными сточными водами птицефабрики, результаты которых отражены на рисунке 2.

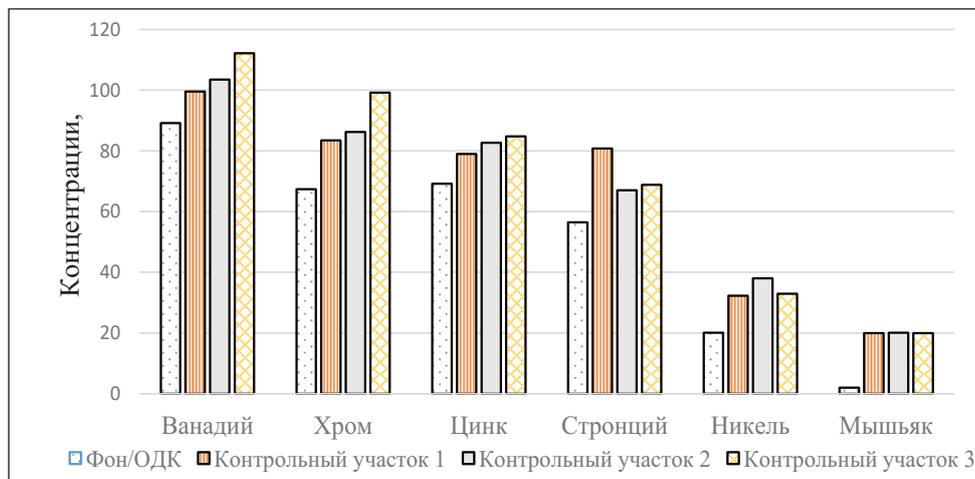


Рис. 2. Содержание тяжелых металлов и мышьяка в почвах орошаемого участка
[Fig. 2. The content of heavy metals and arsenic in the soils of the irrigated area]

Было выявлено превышение по ряду веществ относительно фоновых значений: ванадий, цинк – до 10 %, хром, стронций, никель – до 30 %; мышьяк – до 10 раз относительно ОДК. На возделываемых полях выращивается продукция, которой впоследствии кормят кур. Таким образом по пищевым цепям загрязняющие вещества попадают к человеку.

Технологические решения для исключения техногенного воздействия на компоненты окружающей среды для данного хозяйствующего субъекта отличаются устройством гидроизоляции ложа прудов-накопителей сточных вод.

Стоит отметить, что перечень контролируемых загрязняющих веществ в рамках производственного экологического контроля индивидуален для каждого предприятия. Рекомендуем в рамках составления программы мониторинговых наблюдений за качеством сточных и (или) дренажных вод не ограничиваться перечнем, в отношении которых применяются меры государственного экологического контроля и не забывать учитывать маркерные вещества, характеризующие применяемые технологии и особенности производственного процесса.

Третья группа хозяйствующих субъектов объединяет предприятия, эксплуатирующие специализированные площадки по накоплению отходов животноводства. Как правило, такие площадки эксплуатируются значительное время, без проведения комплексного обследования их технического состояния. Площадки находятся в ветхом состоянии, стенки и ложе которых не обеспечивают гидроизоляцию. Технологические решения для данных природопользователей заключаются в проведении реконструкции, которая обеспечит гидроизоляцию дна и стенок секционных хранилищ посредством устройства монолитных бетонных покрытий, препятствующих филь-

трации помета, пометных стоков в грунт, водоносные горизонты и инфильтрацию грунтовых вод [9].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Все источники загрязнения систематизированы по степени негативного воздействия, среди которых выделены первичные – предприятия промышленного, агропромышленного, коммунального секторов экономики; к вторичным отнесены овражно-балочные структуры, являющиеся накопителями отходов производства, донные отложения поверхностных водотоков.

2. Природным фактором, усиливающим трансформацию задонско-елецкого водоносного комплекса, является наличие овражно-балочных структур. В зоне размещения ведущих первичных источников загрязнения выявлены значительные территории по площади (порядка 15 %), которые характеризуются высокой степенью расчленения рельефа (0,5-0,7 км/км²). Размещение данных хозяйствующих субъектов обуславливает стойкие превышения концентраций по нитратам до 3,1 ПДК.

3. Для каждой группы природопользователей выявлены экологические аспекты, как элемент хозяйственной деятельности, усиливающие трансформацию поверхностных и подземных вод. По результатам проведенных маршрутных обследований был сформирован комплекс природоохранных мероприятий для каждой группы хозяйствующих субъектов в соответствии с выявленными экологическими аспектами, внедрение которых будет способствовать улучшению качества эксплуатируемого задонско-елецкого водоносного комплекса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белозеров Д. А. Анализ состояния поверхностных вод в районе предприятия химической промышленности ОАО «Минудобрения» // *Материалы молодежного инновационного проекта «Школа экологических перспектив»*, 2012, с. 103-106.

2. Дюнин В. И. Отчет о результатах изучения загрязнения нитратами подземных вод на водозаборах г. Липецка, расчет зон санитарной охраны и разработка рекомендаций по ликвидации нитратного загрязнения. Липецк: Липецкий филиал ФГУ «Геоинфотека», 2001. 68 с.

3. Косинова И. И., Кустова Н. Р. Теория и методология геоэкологических рисков // *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Геология*, 2008, № 2, с. 189-197.

4. Плаксицкая И. П. Эколого-геологическая оценка района полигонов ТБО и промышленных отходов правобережья г. Липецка // *Материалы международной конференции, посвященной 90-летию Воронежского государственного университета «Месторождения природного и техногенного минерального сырья: геология, геохимия, геохимические и геофизические методы поисков, экологическая геология»*, 2008, с. 448-450.

5. Прудовский Э. Л. Выявление причин и источников загрязнения подземных вод в Липецкой области. Липецк: Липецкий филиал ФГУ ТФИ, 2006. 71 с.

6. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.2021 № 2 (по состоянию на 20.03.2023 г.).

7. Ткаченко Н. Н. Пространственно-временной анализ содержания нитратов в подземных водах водоносного задонско-опуховского карбонатного комплекса правобережной части Липецкого промрайона с 2001 по 2019 год / Н. Н. Ткаченко, И. И. Косинова, Д. А. Белозеров и др. // *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Геология*, 2022, № 4, с. 94-107.

8. Ткаченко Н. Н. Эколого-гидрогеохимическая оценка территории Липецкого промышленного района / Н. Н. Ткаченко, И. А. Киреева-Гененко, А. А. Курьшев // *Инженерные изыскания*, 2023, т. XVII, №2, с. 58-64.

9. Эффективность адсорбционных свойств глины в отношении утилизации органических отходов птицефабрик / В. А. Бударина, Н. Н. Ткаченко, И. И. Косинова и др. // *BIO Web of Conferences. Global Summit on Life Sciences and Bio-Innovation: From Agriculture to Biomedicine. (GLSBIA 2024)*, 2024, vol. 121, DOI: 10.1051/bioconf/202412101011

Конфликт интересов: Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Поступила в редакцию: 30.08.2024

Принята к публикации: 02.12.2024

UDC 556

DOI: <https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2024/4/174-178>

ISSN 1609-0683

Ecological Aspects as a Basis for the Formation of Sustainable Development of Technogenically Loaded Areas

N. N. Tkachenko¹, V. A. Budarina² ✉, I. I. Kosinova², I. M. Ignatenko³

¹Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation
(84, 20th Anniversary of October str., Voronezh, 394006)

²Voronezh State University, Russian Federation
(1, Universitetskaya sq., Voronezh, 394018)

³Belgorod State National Research University, Russian Federation
(85, Pobedy str., Belgorod, 308015)

Abstract. The purpose of this work is to identify the environmental aspects of poultry farming complexes and develop environmental measures that help prevent man-made impacts on environmental components and restore groundwater quality.

Materials and methods. The study is based on an expert examination of primary sources of pollution (poultry farms) located in the right-bank part of the Lipetsk industrial district, soil sampling in agricultural fields irrigated with industrial clarified wastewater.

Results and discussion. According to the results of research in the areas of poultry farms, namely in the central, northwestern and western parts of the studied area, a high level of terrain fragmentation with maximum values of 0,5-0,7 km/km² was revealed. Within the Lipetsk industrial district, under the influence of intensive poultry farming, zones with persistent excess concentrations of nitrates up to 3,1 MPC have been formed. For a number of chemical elements in soils irrigated with clarified wastewater, background values exceeding 10-30% were detected. This environmental problem requires the development and implementation of management solutions aimed at improving the quality of groundwater in the operated Zadonsko-Yelets aquifer complex.

Conclusion. According to the results of the conducted research, the sources of pollution are systematized according to the degree of negative impact, among which primary and secondary ones are distinguished, which differ in a complex of environmental aspects. Natural factors that enhance the transformation of groundwater quality have been identified. Environmental protection measures are proposed for the selected groups of economic entities.

Key words: aquifer complex, nitrate pollution, environmental protection measures, environmental aspects.

© Tkachenko N. N., Budarina V. A., Kosinova I. I., Ignatenko I. M., 2024

✉ Budarina Victoria Alexandrovna, e-mail: budarinav@yandex.ru



The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

Acknowledgements: the study was carried out with the financial support of project No. 20180180 «Management of ecosystem reproduction in agricultural landscapes» of the Priority 2030 programme.

For citation: Tkachenko N.N., Budarina V.A., Kosinova I.I., Ignatenko I.M. Ecological Aspects as a Basis for the Formation of Sustainable Development of Technogenically Loaded Areas. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seria: Geografiya. Geoekologiya*, 2024, no. 4, p. 174-178 (In Russ.) DOI: <https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2024/4/174-178>

REFERENCES

1. Belozеров D.A. Analiz sostojanija poverhnostnyh vod v rajone predprijatija himicheskoj promyshlennosti OAO «Minudobrenija» [Analysis of the state of surface waters in the area of the chemical industry enterprise of JSC «Minudobrenia»]. *Materialy molodezhnogo innovacionnogo proekta «Shkola jekologicheskikh perspektiv»*, 2012, pp. 103-106. (In Russ.)
2. Djunin V.I. *Otchet o rezul'tatah izuchenija zagryaznenija nitratami podzemnyh vod na vodozaborah g. Lipecka, raschet zon sanitarnoj ohrany i razrabotka rekomendacij po likvidacii nitratnogo zagryaznenija* [Report on the results of the study of nitrate pollution of groundwater at the water intakes of Lipetsk, calculation of sanitary protection zones and development of recommendations for the elimination of nitrate pollution]. Lipeck: Lipeckij filial FGU «Geoinfoteka», 2001. 68 p. (In Russ.)
3. Kosinova I.I., Kustova N.R. Teorija i metodologija geojekologicheskikh riskov [Theory and methodology of geoecological risks]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Serija: Geologija*, 2008, no. 2, pp. 189-197. (In Russ.)
4. Plaksickaja I.P. Jekologo-geologicheskaja ocenka rajona poligonov TBO i promyshlennyh othodov pravoberezh'ja g. Lipecka [Ecological and geological assessment of the area of landfills of solid waste and industrial waste on the right bank of Lipetsk]. *Materialy mezhdunarodnoj konferencii, posvjashhennoj 90-letiju Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta «Mestorozhdenija prirodnoho i tehnogennogo mineral'nogo syr'ja: geologija, geohimija, geohimicheskie i geofizicheskie metody poiskov, jekologicheskaja geologija»*, 2008, pp. 448-450. (In Russ.)
5. Prudovskij Je.L. Vyjavlenie prichin i istochnikov zagryaznenija podzemnyh vod v Lipeckoj oblasti [Identification of the causes and sources of groundwater pollution in the Lipetsk region]. Lipeck: Lipeckij filial FGU TFI, 2006. 71 p. (In Russ.)
6. SanPiN 1.2.3685-21 «Gigienicheskie normativy i trebovanija k obespečeniju bezopasnosti i (ili) bezvrednosti dlja čeloveka faktorov sredi obitanija» [SanPiN 1.2.3685-21 «Hygienic standards and requirements for ensuring the safety and (or) harmlessness of environmental factors for humans»]. Postanovlenie Glavnogo gosudarstvennogo sanitarnogo vracha RF ot 28.01.2021 № 2 (po sostojaniju na 20.03.2023 g.).
7. Tkachenko N.N. Prostranstvenno-vremennoj analiz soderžanija nitratov v podzemnyh vodah vodonosnogo zadonsko-optuhovskogo karbonatnogo kompleksa pravoberezhnoj časti Lipeckogo promrajona s 2001 po 2019 god [Spatial and temporal analysis of the nitrate content in groundwater of the aquifer of the Zadonsko-Optukhovskiy carbonate complex of the right-bank part of the Lipetsk industrial district from 2001 to 2019] / N.N. Tkachenko, I.I. Kosinova, D.A. Belozеров i dr. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Serija: Geologija*, 2022, no. 4, pp. 94-107.
8. Tkachenko N.N. Jekologo-gidrogeohimicheskaja ocenka territorii Lipeckogo promyshlennogo rajona [Ecological and hydrogeochemical assessment of the territory of the Lipetsk industrial district] / N.N. Tkachenko, I.A. Kireeva-Genenko, A.A. Kuryšev. *Inženernye izyskanija*, 2023, vol. XVII, no. 2, pp. 58-64. (In Russ.)
9. Jefferktivnost' adsorbcionnyh svoystv gliny v otnošenii utilizacii organicheskikh othodov pticefabrik [The effectiveness of the adsorption properties of clay in relation to the disposal of organic waste from poultry farms] / V.A. Budarina, N.N. Tkachenko, I.I. Kosinova i dr. *BIO Web of Conferences. Global Summit on Life Sciences and Bio-Innovation: From Agriculture to Biomedicine. (GLSBLA 2024)*, 2024, vol. 121, DOI: 10.1051/bioconf/202412101011 (In Russ.)

Conflict of interests: The authors declare no information of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

Received: 30.08.2024

Accepted: 02.12.2024

Ткаченко Наталия Николаевна

Аспирант кафедры строительных конструкций, оснований и фундаментов имени профессора Ю.М. Борисова Воронежского государственного технического университета, г. Воронеж, Российская Федерация, ORCID: 0000-0002-2768-2668, e-mail: natalytkachenko@rambler.ru ORCID 0000-0002-2768-2668

Бударина Виктория Александровна

Кандидат юридических наук, доцент кафедры экологической геологии Воронежского государственного университета, г. Воронеж, Российская Федерация, ORCID: 0000-0001-8091-0730, e-mail: budarinav@yandex.ru

Косинова Ирина Ивановна

Доктор геолого-минералогических наук, профессор, заведующий кафедрой экологической геологии Воронежского государственного университета, г. Воронеж, Российская Федерация, ORCID: 0000-0002-5439-5197, e-mail: kosinova777@yandex.ru

Игнатенко Игнат Михайлович

Кандидат технических наук, доцент, директор института наук о Земле Белгородского государственного национального исследовательского университета, г. Белгород, Российская Федерация, ORCID: 0000-0002-9676-5774, e-mail: ignatenko_i@bsu.edu.ru

Natalia N. Tkachenko

Postgraduate student at the Department of Building Structures, Foundations and Foundations named after Professor Yu.M. Borisov, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation, ORCID: 0000-0002-2768-2668, e-mail: natalytkachenko@rambler.ru

Victoria A. Budarina

Cand. Sci. (Law), Assoc. Prof. at the Department of Environmental Geology, Voronezh State University, Voronezh, Russian Federation, ORCID: 0000-0001-8091-0730, e-mail: budarinav@yandex.ru

Irina I. Kosinova

Dr. Sci. (Geol.-Min.), Professor, Head of the Department of Environmental Geology, Voronezh State University, Voronezh, Russian Federation, ORCID: 0000-0002-5439-5197, e-mail: kosinova777@yandex.ru

Ignat M. Ignatenko

Cand. Sci. (Tech.), Assoc. Prof., Director of the Institute of Earth Sciences, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russian Federation, ORCID: 0000-0002-9676-5774, e-mail: ignatenko_i@bsu.edu.ru