

УДК: 504.05

DOI: 10.46698/VNC.2026.85.43.001

Оригинальная статья

Породные отвалы угледобывающих предприятий как элемент городской среды населённых пунктов Восточного Донбасса (на примере г. Шахты Ростовской области)

Г.Ю. Скляренко[✉], Г.Р. Шехурдин[✉], А.В. Наставкин[✉]

Институт наук о Земле Южного федерального университета, Россия, 344090,
г. Ростов-на-Дону, ул. Р. Зорге, 40, e-mail: gysklyarenko@sfedu.ru,
geo-szx@yandex.com, nastavkin@sfedu.ru

Статья поступила: 05.03.2026, доработана: 29.05.2026, принята к публикации: 01.06.2026

Резюме: Актуальность работы обусловлена необходимостью изучения сложившейся роли породных отвалов угледобывающей отрасли в городских экосистемах Восточного Донбасса. Это необходимо в целях определения рациональных направлений освоения и рекультивации территорий, подвергшихся техногенному преобразованию. Территория Донецкого каменноугольного бассейна представляет собой область накопленного экологического ущерба. Он связан с длительной историей промышленной разработки угольных месторождений, преимущественно шахтным способом. Отдельный вклад был внесён последовавшей реструктуризацией горнодобывающей отрасли, которая повлекла массовое закрытие шахт без проведения полного комплекса сопутствующих работ. **Целью исследования** является определение масштабов воздействия существующего комплекса породных отвалов угольной промышленности, расположенных в пределах городского округа Шахты – крупнейшего населённого пункта Восточного Донбасса и одного из центров Восточно-Донбасской городской агломерации. **Методы** включают интерпретацию данных дистанционного зондирования Земли, построение геоинформационной системы данных на основе спутниковых и картографических материалов, визуальное и расчетное определение параметров отдельных породных отвалов, а также выполнение вычисления ориентировочного объёма делювия для идентифицированных объектов. В качестве **материалов исследования** были использованы данные открытых источников, включая данные мультиспектральной съёмки и спутниковые снимки естественного цвета, топографические карты и открытые базы геоинформационных данных. **Результаты.** В ходе исследования были определены основные направления воздействия породного отвала на окружающий урболандшафт. Они включают как непосредственное физическое и химическое воздействие, так и изменение пространственной структуры города, её приспособление к формам техногенного рельефа. Также значение имеют факторы, связанные с эстетическим восприятием отвалов в городской среде и их историческим значением для шахтерского региона. Идентифицированы существующие отвалы угольной отрасли в пределах городского округа Шахты Ростовской области. Определены такие их характеристики как площадь, конфигурация, наличие развитого растительного покрова, степень целостности и проведение рекультивации как путём ликвидации, так и с сохранением техногенного рельефа. Определены ориентировочные объёмы техногенного выноса материала для трёх групп породных отвалов в городской черте и выделены связанные с ними факторы риска.

Ключевые слова: Восточный Донбасс, Ростовская область, породные отвалы, техногенные ландшафты, урбоэкосистема.

Благодарности: Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 25-27-00768, <https://rscf.ru/project/25-27-00768/>.

Для цитирования: Скляренко Г.Ю., Шехурдин Г.Р., Наставкин А.В. Породные отвалы угледобывающих предприятий как элемент городской среды населённых пунктов Восточного Донбасса (на примере г. Шахты Ростовской области). *Геология и геофизика Юга России*. 2026. 16(2): 220–231. DOI: 10.46698/VNC.2026.85.43.001

DOI: 10.46698/VNC.2026.85.43.001

Original paper

Coal mining slagheaps as a component of urbanized landscapes in the Eastern part of Donets coal basin (for example, Shakhty city district, Rostov region)

G.Yu. Sklyarenko^{ORCID}, G.R. Shehurdin^{ORCID}, A.V. Nastavkin^{ORCID}

Institute of Earth Sciences, Southern Federal University, 40 R. Zorge Str.,
Rostov-on-Don 344090, Russian Federation,
e-mail: gysklyarenko@sfedu.ru, geo-szx@yandex.com, nastavkin@sfedu.ru

Received: 05.03.2026, revised: 29.05.2026, accepted: 01.06.2026

Abstract: The relevance of this research is determined by the need to study the current role of coal mining slag heaps within the urban ecosystems of the Eastern part of Donets coal basin. It is important for the rational development and reclamation of territories and landscapes that have undergone technogenic transformation and environmental impact. The territory of the Donets coal basin is a region of accumulated environmental damage, which is caused by the long-lasting industrial development of coal deposits, mainly by underground mining. An additional impact was made by the subsequent restructuring of the coal mining industry, which led to the closure of many coal mines without carrying out a full range of reclamation works. **The aim** of the study is to determine the extent of the impact of the existing coal industry slag heaps located within the Shakhty city district, which is the largest settlement in the Eastern part of Donets coal basin and one of the centers of the Eastern Donets urban agglomeration. **The methods** include interpreting remote sensing data, constructing a geoinformatic system based on satellite and cartographic materials, visual and computational determining of the parameters of individual slag heaps, and calculating of the approximate deluvium volume for objects identified. Open source data, including multispectral and true colour satellite imagery, topographic maps, and open geoinformation databases, were used as **research materials**. **Results.** The main forms of environmental impact of slag heaps on the urban landscape were identified including direct physical and chemical impact and changes in the spatial city structure, its adaptation to anthropogenic relief. The factors related to the aesthetic role of slag heaps in the urban environment and their historical significance for the mining region are also important. Existing coal industry slag heaps within the Shakhty city district have been identified. Their characteristics, such as area, configuration, presence of developed vegetation cover and reclamation status have been determined.

Keywords: Eastern Donets coal basin, Rostov region, coal slag heaps, technogenic landscapes, urban ecosystems.

Acknowledgements: This study was supported by grant No. 25-27-00768 from the Russian Science Foundation, <https://rscf.ru/project/25-27-00768/>.

For citation: Sklyarenko G.Yu., Shehurdin G.R., Nastavkin A.V. Coal mining slagheaps as a component of urbanized landscapes in the Eastern part of Donets coal basin (for example, Shakhty city district, Rostov region). *Geologiya i Geofizika Yuga Rossii = Geology and Geophysics of Russian South*. (in Russ.). 2026. 16(2): 220–231. DOI: 10.46698/VNC.2026.85.43.001

Введение

Восточный Донбасс – один из старейших центров развития угольной отрасли Восточной Европы. О существовании здесь запасов каменного угля было известно ещё во время правления Петра I, а коммерческая разработка месторождений ведётся с середины XIX столетия.

Будучи сформированными вокруг угледобывающих предприятий, города Восточного Донбасса несут на себе отпечаток своей производственной специализации. Таков и город Шахты, образовавшийся на месте открытых в 1839 году Грушевских рудников. На его территории располагается множество породных отвалов, как сохранившихся после сворачивания советского угледобывающего комплекса, так и унаследованных от наиболее старых шахт Области Войска Донского.

В настоящее время терриконы и отвалы – неотъемлемая черта городского ландшафта рассматриваемого населённого пункта. Они расположены во всех его районах и занимают сотни гектаров площади, формируя рельеф наравне с его естественными формами. Часть отвалов подвергается полной ликвидации с дальнейшим использованием материала в хозяйственных целях, часть же – более сложной рекультивации с сохранением общих характеристик «искусственного холма» и формированием почвенно-растительного покрова [Шяймартдянов, 2018].

Урболандшафтная роль породных отвалов

Несмотря на однозначную техногенность породных отвалов («терриконов») горной промышленности, их наличие в урбоэкосистеме нельзя оценивать исключительно в контексте негативного воздействия на окружающую среду. Такие объекты выступают уникальной особенностью шахтёрских городов и при развитии в них современной городской среды могут выполнять, в том числе, и экологическую роль в качестве характерного элемента таких природно-антропогенных территориальных комплексов. Основные аспекты геоэкологического значения породных отвалов представлены в таблице 1.

Таблица 1 / Table 1

Экологическая роль породного отвала в пределах урбоэкосистемы / Environmental significance of slagheaps within urban ecosystem

Направление воздействия на урбоэкосистему / Aspect of ecosystem impact	Содержание / Meaning
1. Механическое воздействие / Mechanic impact	1.1. Загрязнение атмосферного воздуха взвешенными веществами (пылью, в т.ч. угольной) вследствие дефляционного выноса / Atmospheric air pollution by particulate matter (dust, including coal dust) due to deflation [Kucbel et al., 2025]. 1.2. Воздействие на механические свойства почв и грунтов при использовании материала отвала в хозяйственных целях / Impact on the mechanical properties of soils and grounds when using the slagheap material for economic purposes.
2. Физическое воздействие / Physical impact	2.1. Формирование аномалий радиационного фона вследствие природной радиоактивности пород отвала (в т.ч. при использовании его материала в хозяйственных и иных целях) [Бураева и др., 2026] / Formation of radiation background anomalies due to the natural radioactivity of the slagheap rock material (including when its material is used for economic and other purposes) [Buraeva et al., 2026]. 2.2. Искажение теплового поля города вследствие: а) тепловых свойств пород отвала и его нагрева солнечной энергией; б) эндогенного горения в теле отвала [Шехурдин, Склярёнок, 2024] / Distortion of the city's thermal field due to: a) the thermal properties of the dump's rocks and its heating by solar energy; b) endogenous combustion in the slagheap's body [Shekhurdin, Sklyarenko, 2024].

3. Химическое воздействие / Chemical impact	3.1. Химическое загрязнение атмосферного воздуха: а) продуктами дефляционного выноса (параллельно с механическим воздействием); б) продуктами эндогенного горения [Сочилин и др., 2023] / Chemical air pollution: a) caused by deflation products (in parallel with mechanical impact); b) caused by endogenous combustion products [Sochilin et al., 2023]. 3.2. Химическое загрязнение поверхностных и грунтовых вод: а) с поверхностным стоком; б) с фильтратом, прошедшим через тело отвала; в) при осаждении продуктов дефляционного выноса и эндогенного горения [Мохов, 2024] / Chemical water pollution: a) with surface runoff; b) with filtrate that has passed through the slagheap body; c) during the deposition of deflationary and endogenous combustion products [Mokhov, 2024]. 3.3. Химическое загрязнение почв: а) с поверхностным стоком; б) при осаждении продуктов дефляционного выноса и эндогенного горения; в) с загрязнёнными природными водами; г) при использовании материала отвала в хозяйственных и иных целях [Калаева и др., 2016; Невидомская и др., 2021] / Chemical soil contamination: a) from surface runoff; b) from the deposition of deflationary and endogenous combustion products; c) from contaminated natural water; d) from the use of spoil material for economic and other purposes [Kalaeva et al., 2016; Nevidomskaya et al., 2021]/
4. Биоэкологическое воздействие / Bioecological impact	4.1. Формирование промышленной пустыни в окрестностях отвала вследствие негативного воздействия на компоненты окружающей среды / Industrial desert (wasteland/brownfield) formation near the slagheap due to the negative impact on environmental components. 4.2. Породный отвал как потенциальный элемент структуры экологического каркаса города (при его рекультивации посредством озеленения, лесонасаждения, террасирования и т.д.) / Coal slagheap as a potential element of the city's ecological framework structure (during its reclamation through landscaping, afforestation, terracing, etc.)
5. Геоморфологическое и ландшафтообразующее воздействие / Geomorphological impact and landscape formation	5.1. Породный отвал как антропогенная форма рельефа, препятствующая развитию гомогенной городской среды: а) препятствующая развитию транспортных связей и застройки; б) способствующая развитию экологического каркаса города (при его рекультивации посредством озеленения, лесонасаждения, террасирования и т.д.) / Coal slagheap as an anthropogenic landform that hinders the development of a homogeneous urban environment: a) hinders the development of transport links and construction; b) contributes to the development of the city's environmental network (through reclamation: landscaping, afforestation, terracing, etc.).
6. Эстетическая роль / Aesthetic role	6.1. Породный отвал как элемент неоднородности городского ландшафта, препятствующий негативному влиянию гомогенной искусственной среды на психоэмоциональное здоровье человека (при включении в структуру экологического каркаса города) / Slagheap as an element of the urban landscape's heterogeneity, preventing the negative impact of a homogeneous artificial environment on human psychoemotional health (when included in the city's environmental network) [Szewczyk-Swiatek, 2025].

7. Социальная роль / Social role	7.1. Антропогенные формы рельефа как уникальная историко-культурная и экологическая особенность населённого пункта – потенциальный фактор эколого-, историко- и промышленно-туристической привлекательности / Anthropogenic landforms as a unique historical, cultural, and ecological feature of a settlement, and a potential factor for the development of ecological, historical, industrial tourism [Ghosh, 2021; Rohaendi et al., 2022]. 7.2. Породный отвал как возможный элемент экологического каркаса города с возможным рекреационным значением / Slagheap as a possible element of the city's ecological framework with possible recreational value.
----------------------------------	--

Рациональная рекультивация породных отвалов и прилегающих техногенно-нарушенных территорий (промышленных пустынь) предусматривает ликвидацию основных негативных последствий воздействия углепромышленного комплекса на ландшафт и воссоздание растительного (в т.ч. древесного) покрова [Krzyszowska-Waitkus, 2022; Rouhani, 2023]. Преобразованные таким образом объекты могут рассматриваться как элемент экологического каркаса населённого пункта, в совокупности с имеющимися участками условно-природных и природно-антропогенных ландшафтов, лесными насаждениями и рекреационными зонами [Лобов, Гоженко, 2018].

Альтернативным (и широко применяющимся на Восточном Донбассе) подходом к решению проблем, связанных с породными отвалами, является ликвидация последних посредством их разборки и вторичного использования материала в хозяйственных и иных целях [Артемов, 2025]. К областям применения отвальных пород, в частности, относятся отсыпка дорог, производство строительных материалов и заполнение отрицательных форм рельефа [Восковых, 2023; Павлова, Зубов, 2025]. Оправданность таких мероприятий, несмотря на их некоторую коммерческую значимость, вызывает определённые вопросы. «Окончательное решение проблемы» сопряжено с усугублением негативных экологических последствий, главным образом физико-химического характера, обусловленным расширением пространственного распределения материала отвала, в частности, и фактическим возвращением на индустриальную, техногенную стадию формирования ландшафта в целом.

Объект исследования

Город Шахты расположен в восточной части Ростовской области, в пределах восточной части Донецкого угольного бассейна. Площадь города составляет порядка 16 тыс. га при населении 219 тыс. человек. Климат города влажный континентальный с жарким летом (Dfa по Кёппену – Гейгеру) [Peel et al., 2007]. Максимальные летние температуры достигают 40 °C при небольшом количестве осадков в тёплый период (180 мм при среднегодовой величине 450 мм).

В социально-экономическом отношении город является крупнейшим населённым пунктом Восточно-Донбасской конурбации (полицентрической агломерации), сформировавшейся вокруг основных центров развития угледобычи региона. Ближайшие города – Новошахтинск (101,7 тыс. чел.) и Красный Сулин (35,7 тыс. чел.). Изначальная горнопромышленная специализация города, однозначно главенствовавшая до 1994 года, в настоящее время уступила место многочисленным предприятиям вторичного и третичного секторов экономики. Несмотря на наблюдающуюся динамику оттока населения, Шахты сохраняют инвестиционную привлекательность благодаря большой численности трудоспособного населения, благоприятному географическому и транспортному положению. По итогам рейтинговой оценки эффективности де-

тельности городских округов (2022 г.) город занимает второе место по Ростовской области, уступая соседнему Новошахтинску.

Особенностью объекта исследования является существенная пространственная неоднородность городской ландшафтной среды, что обусловлено формированием единого населённого пункта из ряда поселений различных исторических периодов: казачьих хуторов Поповка, Максимовка, Власовка; шахтёрских поселений советского времени при шахтах (им. Фрунзе, Октябрьской революции, Южная и т.д.); посёлков Артём и Аютинский.

Границы городского округа в значительной мере условны и носят формально-административный характер. Пространственно-территориальное размещение промышленных объектов и селитебных зон в большей степени обуславливается здесь геологическими, ландшафтными и хозяйственно-экономическими факторами, в то время как административное включение той или иной территории в городской округ не всегда увязывается с её сформировавшимися пределами.

В настоящее время добыча каменного угля в городе и его окрестностях не производится, шахты и разработки закрыты (главным образом т.н. «мокрым способом» – с естественным затоплением выработок подземными и грунтовыми водами). Однако объекты добывающих производств до сих пор играют важную роль в формировании городского ландшафта. На территории населённого пункта расположено большое количество горных выработок, размещены многочисленные породные отвалы (терриконы). Часть породного материала, богатого угольной пылью, размещается вне отвалов, главным образом тяготея к объектам транспортной и промышленной инфраструктуры, что обусловлено его использованием в хозяйственных и иных целях.

Материалы и методы исследования

В целях идентификации породных отвалов на территории города Шахты было произведено картографирование данной категории объектов с привлечением следующих источников данных:

- материалы спутниковой съёмки земной поверхности от Института исследования систем окружающей среды (англ. Environmental Systems Research Institute (ESRI));
- материалы мультиспектральной космической съёмки ИСЗ серии Landsat, широко используемые в геоэкологических исследованиях техногенно-преобразованных регионов и применяемые в качестве источника данных для дистанционного мониторинга углепромышленных территорий по всему миру [Duo et al., 2024; Nafees et al., 2022];
- открытые данные OpenStreetMap, представленные свободно распространяемым набором векторных данных, создаваемых пользователями проекта;
- топографические и тематические карты различных лет.

Особый интерес в контексте рассмотрения негативного воздействия на состояние окружающей среды населённого пункта представляет рассмотрение поступления в неё материала отвалов в форме делювиальных отложений (путём смыва с поверхности). Величина объёма смыва при этом может использоваться для оценки некоторых видов воздействия (в частности, химического и механического), главным образом на почвы, поверхностные и грунтовые воды. В данной работе был применён подход к определению величины стока, уже использовавшийся на территории Донецкого каменноугольного бассейна (в районе г. Лисичанск) [Скляренко и др., 2017]. Необходимо отметить, что в основе произведённых расчётов в значительной мере лежит метод аналогии, основанный на принятии во внимание схожести условий формирования и минерального состава породных отвалов Донецкого бассейна. Поэтому полученные результаты рассматриваются как ориентировочная величина и могут быть откоррек-

тированы при дальнейшей детализации и уточнении. Также стоит заметить, что источниками рассматриваемого материала служат отвалы, не подвергнутые разборке или рекультивации, отличающиеся сохранением изначальной структуры и несформированным почвенно-растительным покровом. Такие объекты достаточно хорошо идентифицируются с привлечением материалов космической съёмки в естественном цвете и мультиспектральных данных.

Результаты исследования

По результатам идентификации породных отвалов было выявлено 64 объекта данной категории в пределах городского округа Шахты. Из них в настоящее время 45 не подвергнуты рекультивации или ликвидации. 34 объекта представляют собой типичные терриконы конической формы либо группы таковых, объединённые приуроченностью к одному предприятию (как правило, шахте).

Были выделены три основных района сосредоточения породных отвалов на территории города: центральная часть населённого пункта, а также бывшие посёлки Артём, Аютинский и Таловый (см. рис. 1).

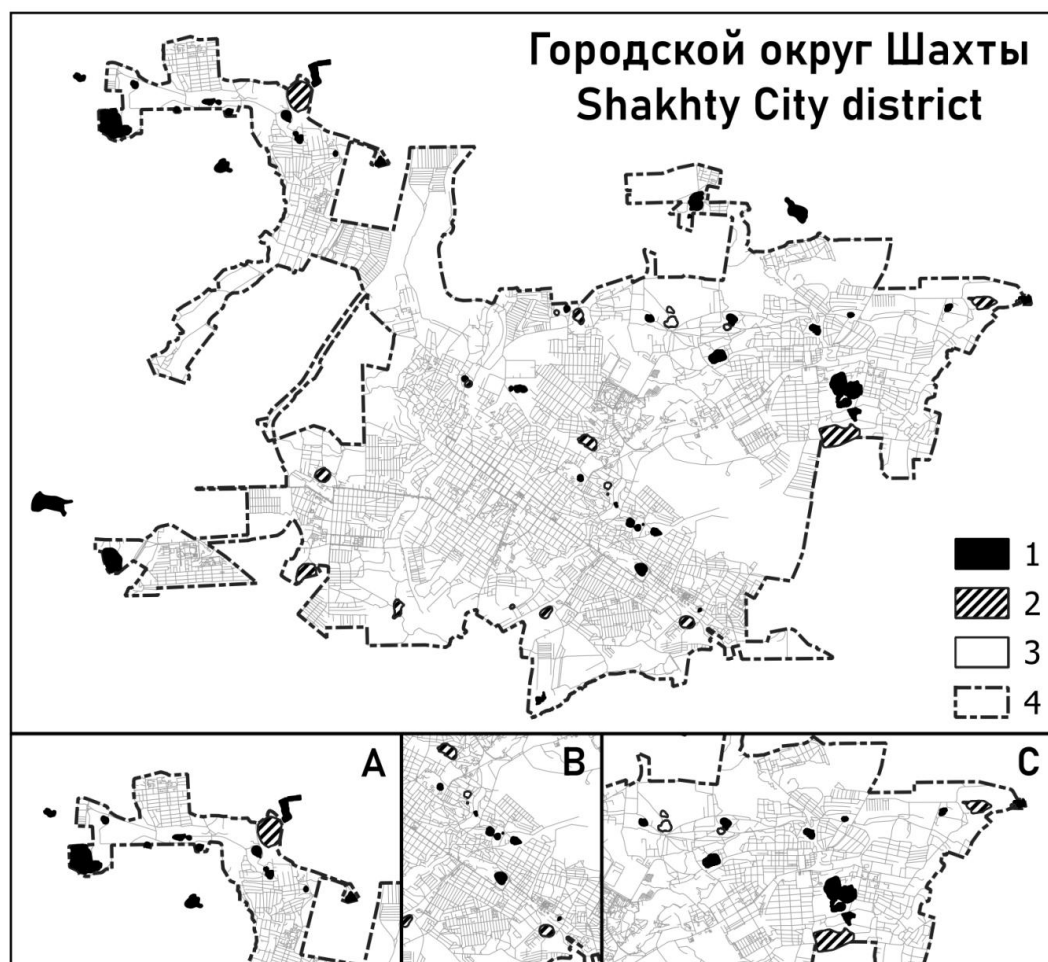


Рис. 1. Основные породные отвалы на территории городского округа Шахты: 1 – существующие; 2 – рекультивированные; 3 – ликвидированные; 4 – граница городского округа. А – породные отвалы бывших посёлков Аютинский и Таловый; В – группа породных отвалов в центре города; С – породные отвалы бывшего посёлка Артём /

Fig. 1. Slagheaps distribution map of Shakhty city district. Slagheaps: 1 – non-reclaimed; 2 – reclaimed; 3 – eliminated. 4 – City district borders. Locations of heap groups: A – Former Ayutinskiy and Taloviy townships; B – city centre area; C – former Artem township

Для каждого из них определялась величина смыва техногенного материала. Результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2 /Table 2

**Основные характеристики групп породных отвалов городского округа Шахты /
General characteristics of main slagheap groups in Shakhty city district**

Обозначение (рис. 1) / Designation (Fig. 1)	Место расположения / Location	Количество отвалов / Number of slagheaps	Общая площадь, занятая отвалами, га/ Total area occupied by slagheaps, ha	Ориентировочная величина многолетнего смыва, т / Estimated long- term deluvium value, t
A	Бывшие посёлки Аютинский и Таловый / Former Ayutinskiy and Taloviy townships	14	81,95	259 477,4
B	Центральная часть города / City centre area	7	13,67	43 297,6
C	Бывший посёлок Артём / Former Artem township	14	141,05	446 588,0

Наибольшую роль отвалы угольной промышленности играют в формировании городской среды обитания в пределах бывшего шахтёрского посёлка Артём, где сосредоточено 14 существующих объектов воздействия, общей площадью более 140 га. Необходимо отметить, что фактическая величина многолетнего поступления техногенного материала здесь может быть существенно выше полученных данных, что обусловлено существованием ряда других отвалов, в настоящее время ликвидированных, подвергшихся рекультивации или разборке. Рассматриваемый район также является территорией, где производится целенаправленное привнесение материала отвалов в окружающую среду вследствие их использования, прежде всего, в дорожном строительстве. Разбираются в целях хозяйственного использования и ранее озеленённые отвалы, например террикон шахты имени Артёма, на котором ранее был сформирован устойчивый растительный покров из древесно-кустарниковых пород.

Северо-запад города (территория посёлков Таловый и Аютинский) также подвержен воздействию объектов существовавшего здесь угледобывающего комплекса. Необходимо отметить, что техногенные формы рельефа здесь расположены в окружении условно-природных и агроландшафтов, а жилая застройка является малоэтажной и достаточно разрозненной. По территории района проходит русло реки Аюта и многочисленных балок – её притоков. Многие из них находятся в непосредственной близости от терриконов, что обуславливает риск загрязнения поверхностных и грунтовых вод, а также донных отложений.

Группа отвалов в центральной части города, приуроченная к районам бывших посёлков Октябрьский, Воровского, 20-летия РККА и шахты «Пролетарская диктатура», представляет наибольший интерес с природоохранной точки зрения. Все объекты данной группы располагаются в непосредственной близости к жилым домам и местам скопления людей. Среди них отдельно следует выделить террикон шахты № 16(26), находящийся на берегу реки Грушевка, а также отвал вблизи железнодорож-

ной станции Грушевский Антрацит, являющийся, согласно материалам дистанционного зондирования, мощным источником распространения угольной пыли.

Групповое расположение породных отвалов в Шахтах (в отличие, например, от соседнего Новошахтинска) в контексте развития городской среды возможно рассматривать как определённое преимущество в отношении пространственного развития населённого пункта. Оно обуславливает возможность более эффективной организации обращения с ними, в том числе – в целях формирования протяжённых элементов «экологического каркаса территории», направленного как на минимизацию негативного техногенного воздействия, так и на организацию уникального городского ландшафта. В то же время следует отметить, что, в настоящее время, на территории города Шахты популярным способом решения проблемы терриконов является их полная ликвидация с использованием материала в хозяйственных и иных целях. Будучи (в некоторых условиях) экономически обоснованным, такой подход приводит к однозначному увеличению объемов поступающих в урболандшафт загрязняющих веществ, а также к развитию вторичного загрязнения атмосферного воздуха, почвенного покрова и водных объектов.

Заключение

По итогам проделанной работы можно сделать следующие основные выводы:

1. Породные отвалы горной промышленности играют важную роль в формировании урбоэкосистем в угледобывающих районах. Они выступают элементами формирования современного техногенного рельефа территории и организации пространственного развития функциональных зон города.

2. Геоэкологическая роль породных отвалов заключается как в их непосредственном воздействии на все компоненты урболандшафта, так и в формировании разнообразных антропогенных экосистем, приуроченных к данным объектам. В зависимости от характера хозяйственного освоения территории и уровня развития рационального природопользования посттехногенные экосистемы отвалов могут изменяться от «промышленных пустынь» до элементов «экологического каркаса» населённого пункта.

3. Наибольшее воздействие породных отвалов на территории городского округа Шахты (в отношении поступающего техногенного материала) наблюдается в границах бывшего посёлка Артём. Район бывших посёлков Аютинский и Таловый также отличается высокой концентрацией источников такого воздействия, что, однако, частично компенсируется удалённостью основной части селитебной зоны от отвалов. Центральная часть города в меньшей степени подвержена поступлению загрязняющих веществ по причине техногенного смыва, что обусловлено меньшей площадью источников воздействия, рекультивацией и ликвидацией части терриконов.

Породные отвалы угледобывающей отрасли являются характерной чертой шахтёрских городов и посёлков, определяющей их внешний облик и геоэкологические особенности. Выступая источниками негативного воздействия на состояние окружающей среды, они, тем не менее, представляют определённый интерес в роли важных элементов экологической, социокультурной и исторической среды Восточного Донбасса.

Литература

1. Артемов И.А. Минералого-петрографическая зональность горелых горных отвалов угольных шахт (Восточный Донбасс) // Геология и геофизика Юга России. – 2025. – Т. 15. № 2. – С. 155–165. DOI: 10.46698/VNC.2025.14.75.001.
2. Бураева Е.А., Шишлов И.В., Кузнецова К.А., Бобылев В.А., Качусов Д.А., Шаповалов Е.С., Ратушный В.И., Ермолаева Н.В. Радиационная обстановка в районах Ростовской области с различной антропогенной нагрузкой // Вестник Национального исследователь-

ского ядерного университета «МИФИ». – 2026. – Т. 15. № 1. – С. 91–104. DOI: 10.26583/vestnik.2026.1.8.

3. Восковых К.А. Воздействие породных отвалов Восточного Донбасса на компоненты окружающей среды // *Colloquium-Journal*. – 2023. – № 22-1(181). – С. 19–21.

4. Калаева С.З., Богданов С.М., Лукин Н.О., Огер А.А. Породные отвалы угольных шахт России // *Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле*. – 2016. – № 1. – С. 3–23.

5. Лобов М.И., Гоженко А.И. Особенности формирования экологических каркасов промышленных городов // *Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры*. – 2018. – № 4-1(132). – С. 68–72.

6. Мохов А.В. Микроэлементы в водах действующих шахт Восточного Донбасса // *Геология и геофизика Юга России*. – 2024. – Т. 14. № 4. – С. 6–15. DOI: 10.46698/VNC.2024.36.66.002.

7. Невидомская Д.Г., Савин И.С., Минкина Т.М., Шерстнев А.К. Элементный состав почв, прилегающих к породным отвалам восточного Донбасса территории РФ // *Сборник статей по материалам международной научно-практической конференции «Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность»* / ред. Г.В. Кучерик, Ю.А. Омельчук. – Севастополь: СГУ, 2021. – С. 468–471.

8. Павлова Н.В., Зубов А.Р. Шахтная порода как техногенное сырье в Донбассе: потенциал и перспективы устойчивого развития // *Экологический вестник Донбасса*. – 2025. – № 3(16). – С. 46–52.

9. Сkläренко Г.Ю., Закруткин В.Е., Зубов А.Р., Зубова Л.Г., Решетняк О.С. Влияние угледобычи в Донбассе на подземные и поверхностные воды // *Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки*. – 2017. – № 3-1. – С. 100–107.

10. Сочилин А.В., Садеков Д.Р., Котов В.С. Биоиндикационная оценка влияния продуктов горения породных отвалов угольных шахт на экологическую ситуацию // *Вестник гигиены и эпидемиологии*. – 2023. – Т. 27. – № 1. – С. 51–53.

11. Шехурдин Г.Р., Сkläренко Г.Ю. Особенности формирования и развития городского теплового поля Ростова-на-Дону в период с 1984 по 2023 год (по данным дистанционного зондирования Земли) // *Успехи современного естествознания*. – 2024. – № 3. – С. 87–93.

12. Шяймартьянов Т.Э. К проблеме рекультивации хранилищ хвостов обогащения углей Донбасса // *Вектор ГеоНаук*. – 2018. – Т. 1. № 3. – С. 53–64.

13. Duo L., Wang J., Zhong Y., Jiang Ch., Chen Y., Guo X. Ecological environment quality assessment of coal mining cities based on GEE platform: A case study of Shuozhou, China // *International Journal of Coal Science and Technology*. – 2024. – Vol. 11. – DOI 10.1007/s40789-024-00723-8.

14. Ghosh P. Mining tourism potential assessment of Raniganj coalfield, India // *An International Journal of Akdeniz University Tourism Faculty*. – 2021. – Vol. 9(2). – pp. 341–367.

15. Krzyszowska-Waitkus A. Sustainable reclamation practices for a large surface coal mine in shortgrass prairie, semiarid environment (Wyoming, USA): case study // *International Journal of Coal Science and Technology*. – 2022. – Vol. 9. DOI: 10.1007/s40789-022-00502-3.

16. Kucbel M., Raclavska H., Slamova K., Safarr M., Svedova B., Juchelkova D., Ruzickova J. Environmental impact assessment of the coal yard and ambient pollution // *Environmental Science and Pollution Research*. – 2025. – Vol. 32. – pp. 27590–27607. DOI: 10.1007/s11356-024-32490-z.

17. Nafees A., Fu X., Ashraf U., Chen J., Thanh H., Anees A., Riaz Sh., Fida M., Hussain M. A., Hussain S., Hussain W., Ahmed A. Remote sensing for surface coal mining and reclamation monitoring in the Central Salt Range, Punjab, Pakistan // *Sustainability*. – 2022. – Vol. 14. – Art. No. 9835. DOI: 10.3390/su14169835.

18. Peel M.C., Finlayson B.L., McMahon T.A. Updated world map of the Koppen-Geiger climate classification // *Hydrology and Earth System Sciences*. – 2007. – I.4. – pp. 439–473.

19. Rohaendi N., Salajar R., Prata D.A., Oktariadi O. Mining-based tourism in Sawahlunto National Geopark // *International Journal of Applied Sciences in Tourism and Events*. – 2022. – Vol. 6. – pp. 151–163. DOI: 10.31940/ijaste.v6i2.

20. Rouhani A., Skousen J., Tack F.M.G. An Overview of Soil pollution and remediation strategies in Coal Mining Regions // *Minerals*. – 2023. – Vol. 13. – Art. No. 1064. DOI: 10.3390/min13081064.

21. Szewczyk-Swiatek A. Sustainable transformation of post-mining areas: discreet alliance of stakeholders in influencing the public perception of heavy industry in Germany and Poland // *Sustainability*. – 2025. – Vol. 17(19). – Art. No. 8567. DOI: 10.3390/su17198567.

References

1. Artemov I.A. Mineralogical and petrographic zoning of rocks of burning waste heaps of the Eastern Donbass. *Geology and Geophysics of Russian South*. 2025. – Vol. 15. No. 2. pp. 155–165. DOI: 10.46698/VNC.2025.14.75.001. (In Russ.)
2. Buraeva E.A., Shishlov I.V., Kuznetsova K.A., Bobylev V.A., Kachusov D.A., Shapovalov E.S., Ratushny V.I., Ermolaeva N.V. Radiation environment in areas of the Rostov region with different anthropogenic load. *Vestnik natsional'nogo issledovatel'skogo yadernogo universiteta "MIFI"*. 2026. Vol. 15. No. 1. pp. 91–104. DOI: 10.26583/vestnik.2026.1.8. (In Russ.)
3. Voskovykh K.A. Impact of spoil heaps of Eastern Donbass on environmental components. *Colloquium-Journal*. 2023. No. 22-1(181). pp. 19–21. (In Russ.)
4. Kalaeva S.Z., Bogdanov S.M., Lukin N.O., Oger A.A. Waste dumps of russian coal mines. *Izvestiya Tula State University. Sciences of Earth*. 2016. No. 1. pp. 3–23. (In Russ.)
5. Lobov M.I., Gozhenko A.I. Features of formation of ecological skeletons of industrial cities. *Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture*. 2018. No. 4-1(132). pp. 68–72. (In Russ.)
6. Mokhov A.V. Microelements in the waters of operating mines in the Eastern Donbass. *Geology and Geophysics of Russian South*. 2024. Vol. 14. No. 4. pp. 6–15. DOI: 10.46698/VNC.2024.36.66.002. (In Russ.)
7. Nevidomskaya D.G., Savin I.S., Minkina T.M., Sherstnev A.K. Elemental composition of soils adjacent to dumps of coal waste of the Eastern Donbass territory of the Russian Federation. In: *Environmental, Industrial and Energy Security – 2021*. / Eds. G.V. Kucherik, Yu.A. Omelchuk. Sevastopol. SevSU, 2021. pp. 468–471. (In Russ.)
8. Pavlova N.V., Zubov A.R. Mine rock as a man-made raw material in the Donbass: potential and prospects for sustainable development. *Ecological Bulletin of Donbass*. 2025. No. 3(16). pp. 46–52. (In Russ.)
9. Sklyarenko G.Yu., Zakrutkin V.E., Zubov A.R., Zubova L.G., Reshetnyak O.S. Influence of the coal mining in the Donbass on underground and surface water. *Izvestiya Vuzov. Severo-Kavkazskii region. Natural Science*. 2017. No. 3-1. pp. 100–107. (In Russ.)
10. Sochilin A.V., Sadekov D.R., Kotov V.S. Bioindication assessment of the impact of the combustion products of coal mines dumps on the ecological situation. *Vestnik of Hygiene and Epidemiology*. 2023. Vol. 27(1). pp. 51–53. (In Russ.)
11. Shekhurdin G.R., Sklyarenko G.Yu. Peculiarities of formation and development of the urban thermal field of Rostov-on-Don in the period from 1984 to 2023 (according to remote sensing data). *Advances in Current Natural Sciences*. 2024. No. 3. pp. 87–93. (In Russ.)
12. Sheymartdyanov T.E. To the problem of reclamation of the storage of tailings of coal enrichment of Donbass. *Vector of Geosciences*. 2018. Vol. 1. No. 3. pp. 53–64. (In Russ.)
13. Duo L., Wang J., Zhong Y., Jiang Ch., Chen Y., Guo X. Ecological environment quality assessment of coal mining cities based on GEE platform: A case study of Shuozhou, China. *International Journal of Coal Science and Technology*. 2024. Vol. 11. DOI 10.1007/s40789-024-00723-8.
14. Ghosh P. Mining tourism potential assessment of Raniganj coalfield, India. *An International Journal of Akdeniz University Tourism Faculty*. 2021. Vol. 9(2). pp. 341–367.
15. Krzyszowska-Waitkus A. Sustainable reclamation practices for a large surface coal mine in shortgrass prairie, semiarid environment (Wyoming, USA): case study. *International Journal of Coal Science and Technology*. 2022. Vol. 9. DOI: 10.1007/s40789-022-00502-3.
16. Kucbel M., Raclavska H., Slamova K., Safarr M., Svedova B., Juchelkova D., Ruzickova J. Environmental impact assessment of the coal yard and ambient pollution. *Environmental Science and Pollution Research*. 2025. Vol. 32. pp. 27590–27607. DOI: 10.1007/s11356-024-32490-z.

17. Nafees A., Fu X., Ashraf U., Chen J., Thanh H., Anees A., Riaz Sh., Fida M., Hussain M. A., Hussain S., Hussain W., Ahmed A. Remote sensing for surface coal mining and reclamation monitoring in the Central Salt Range, Punjab, Pakistan. *Sustainability*. 2022. Vol. 14. Art. No. 9835. DOI: 10.3390/su14169835.
18. Peel M.C., Finlayson B.L., McMahon T.A. Updated world map of the Koppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences*. 2007. I.4. pp. 439–473.
19. Rohaendi N., Salajar R., Prata D.A., Oktariadi O. Mining-based tourism in Sawahlunto National Geopark. *International Journal of Applied Sciences in Tourism and Events*. 2022. Vol. 6. pp. 151–163. DOI: 10.31940/ijaste.v6i2.
20. Rouhani A., Skousen J., Tack F.M.G. An Overview of Soil pollution and remediation strategies in Coal Mining Regions. *Minerals*. 2023. Vol. 13. Art. No. 1064. DOI: 10.3390/min13081064.
21. Szewczyk-Swiatek A. Sustainable transformation of post-mining areas: discreet alliance of stakeholders in influencing the public perception of heavy industry in Germany and Poland. *Sustainability*. 2025. Vol. 17(19). Art. No. 8567. DOI: 10.3390/su17198567.