Оригинальная статья

Original Paper

УДК 622.882(470.53):622.85 © И.В. Зеньков✉[1], Б.Н. Нефедов[2], К.В. Раевич[3], А.С. Конде[4], Ю.П. Юронен[5], А.С. Лунев[6], Т.Н. Сизова[6], П.Л. Павлова[6], Ж.В. Миронова[6], Л.Н. Кузина[6], 2025

[1] Сибирский научно-исследовательский институт горного и маркшейдерского дела, 660025, г. Красноярск, Россия
[2] Федеральный исследовательский центр информационных и вычислительных технологий, 630060, г. Новосибирск, Россия
[3] Московский государственный университет технологий и управления имени К.Г. Разумовского, 109004, г. Москва, Россия
[4] Компания RUSSKY ALUMINY LIMITED, Представительство в Гвинейской Республике, BP 6506, Конакри, Гвинейская Республика
[5] Сибирский государственный университет науки и технологий им. академика М.Ф. Решетнева, 660037, г. Красноярск, Россия
[6] Сибирский федеральный университет, 660041, г. Красноярск, Россия
✉ e-mail: zenkoviv@mail.ru

UDC 622.882(470.53):622.85 © I.V. Zenkov✉[1], B.N. Nefedov[2], K.V. Raevich[3], A.S. Conde[4], Yu.P. Yuronen[5], A.S. Lunev[6], T.N. Sizova[6], P.L. Pavlova[6], Zh.V. Mironova[6], L.N. Kuzina[6], 2025

[1] Siberian Research Institute of Mining and Surveying, Krasnoyarsk, 660025, Russian Federation
[2] Federal Research Center for Information and Computational Technologies, Novosibirsk, 630060, Russian Federation
[3] K.G. Razumovsky Moscow State University of Technologies and Management, Moscow, 109004, Russian Federation
[4] RUSSKY ALUMINY LIMITED, Conakry, Representative Office i n the Republic of Guinea, BP 6506, Republic of Guinea
[5] Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
[6] Siberian Federal University, Krasnoyarsk, 660041, Russian Federation
✉ e-mail: zenkoviv@mail.ru

Информационное обеспечение исследования техногенных нарушений природного ландшафта в ходе угледобывающего производства на участках Донецкого угольного бассейна в Донецкой Народной Республике

Information support for studying man-made disturbances of the natural terrain during coal mining in the Donetsk coal basin in the Donetsk People's Republic

DOI: http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2025-11-99-103

В статье приводятся результаты исследования экологического состояния нарушенных земель в ходе добычи угля открытым и подземным способами на угленасыщенных участках Донецкого угольного бассейна на территории Донецкой Народной Республики. Выявлены виды и площади техногенных ландшафтных объектов, образованных в ходе деятельности предприятий угольной промышленности. Предложен комплекс работ по ускорению восстановления экологического баланса на поверхности техногенных ландшафтных нарушений путем нанесения рыхлых горных пород четвертичного возраста мощностью не менее одного метра и высадки кустарников и деревьев с посевом в междурядьях злаковых и бобовых культур травянистой растительности.

Ключевые слова: *дистанционное зондирование, угледобывающая промышленность, восстановительная экология, Донецкая Народная Республика, Донецкий угольный бассейн, угольные шах-*

ЗЕНЬКОВ И.В.
Доктор техн. наук, профессор, заместитель директора по научной работе, Сибирский научно-исследовательский институт горного и маркшейдерского дела, 660025, г. Красноярск, Россия, e-mail: zenkoviv@mail.ru

НЕФЕДОВ Б.Н.
Канд. техн. наук, заведующий лабораторией, Федеральный исследовательский центр информационных и вычислительных технологий, 630060, г. Новосибирск, Россия

РАЕВИЧ К.В.
Канд. техн. наук, доцент,
Московский государственный университет технологий и управления имени К.Г. Разумовского,
109004, г. Москва, Россия

КОНДЕ А.С.
Горный инженер, компания
RUSSKY ALUMINY LIMITED,
Представительство в Гвинейской Республике,
BP 6506, г. Конакри, Гвинейская Республика

ЮРОНЕН Ю.П.
Канд. техн. наук, доцент,
Сибирский государственный университет науки и технологий им. академика М.Ф. Решетнева,
660037, г. Красноярск, Россия

ЛУНЕВ А.С.
Канд. техн. наук, доцент,
Сибирский федеральный университет,
660041, г. Красноярск, Россия

СИЗОВА Т.Н.
Старший преподаватель,
Сибирский федеральный университет,
660041, г. Красноярск, Россия

ПАВЛОВА П.Л.
Канд. техн. наук, доцент,
Сибирский федеральный университет,
660041, г. Красноярск, Россия

МИРОНОВА Ж.В.
Канд. техн. наук, доцент,
Сибирский федеральный университет,
660041, г. Красноярск, Россия

КУЗИНА Л.Н.
Канд. экон. наук, доцент,
Сибирский федеральный университет,
660041, г. Красноярск, Россия

ты, угольные карьеры, шахтные терриконы, породные отвалы, экологические проблемы.

***Для цитирования*:** Информационное обеспечение исследования техногенных нарушений природного ландшафта в ходе угледобывающего производства на участках Донецкого угольного бассейна в Донецкой Народной Республике / И.В. Зеньков, Б.Н. Нефедов, К.В. Раевич и др. // Уголь. 2025;(11):99-103. DOI: 10.18796/0041-5790-2025-11-99-103.

Abstract

The article presents the results of studying the environmental state of lands disturbed in the course of coal mining using surface and underground methods in the coal-bearing areas of the Donetsk coal basin in the territory of the Donetsk People's Republic. Types and areas of man-made landscape objects formed in the course of coal mining activities are revealed. Complex activities are proposed to accelerate the recovery of the environmental balance on the surface of the man-made terrain disturbances by applying loose Quaternary rocks with the thickness of at least one meter and planting shrubs and trees with sowing cereal and leguminous crops with herbaceous vegetation in between the rows.

Keywords

Remote sensing, coal mining industry, restoration ecology, Donetsk People's Republic, Donetsk coal basin, coal mines, coal pits, mine waste piles, rock dumps, environmental problems.

For citation

Zenkov I.V., Nefedov B.N., Raevich K.V., Conde A.S., Yuronen Yu.P., Lunev A.S., Sizova T.N., Pavlova P.L., Mironova Zh.V., Kuzina L.N. Information support for studying man-made disturbances of the natural terrain during coal mining in the Donetsk coal basin in the Donetsk People's Republic. *Ugol'*. 2025;(11):99-103. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2025-11-99-103.

ВВЕДЕНИЕ

На юге России в центральной части Донецкой Народной Республики более трехсот лет производится добыча высококачественных марок углей. Наибольшей ценностью из всего ассортимента углей в мире обладают антрациты, запасы которых масштабно отрабатывают в центральном секторе Донецкого угольного бассейна подземным способом. Здесь же на небольших глубинах залегают пласты каменных окисленных углей мощностью до трех метров. Эти пласты разрабатывают открытым и подземным способами. В последнее столетие в этом регионе в разные периоды времени постоянно работали несколько десятков шахт. В одних шахтах уголь становилось добывать нерентабельно, и они закрывались. Выбывающие производственные мощности по добыче угля компенсировались строительством шахт на других перспективных угленасыщенных участках бассейна. Предварительный обзор исследуемой территории на космоснимках высокой детализации выявил наличие многочисленных изменений природного ландшафта техногенного происхождения. Эти изменения произошли в ходе деятельности угледобывающих предприятий и определяются термином «накопленный экологический ущерб». Исследованиями последствий деятельности угледобывающей промышленности, в виде нарушенных земель в том числе, с использованием ресурсов дистанционного зондирования Земли из космоса занимаются специалисты-экологи на всех континентах [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБОСНОВАНИЕ КОМПЛЕКСА РАБОТ ПО ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ ЭКОЛОГИИ НА ТЕРРИТОРИИ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

Исследование последствий работы угледобывающих предприятий на территории республики проведено на участке площадью 870 тыс. га. По данным спутниковой съемки на территории республики выделены три сектора с условными номерами № 1, 2 и 3, в границах которых находятся техногенные ландшафтные объекты. Продольная ось сектора № 1 площадью 48150 га протяженностью 100 км ориентирована в направлении «юг – север». Ось проходит по населенным пунктам Новодонецкое, Родинское, Новоградовка, Кураховка, Никольское. В этом секторе шириной от 2 до 8,5 км имеется выступ протяженностью 22 км в западном направлении от Мирнограда в сторону Удачного. Сектор № 2 (площадь – 71300 га) вытянут в широтном направлении и имеет протяженность 55 км. Продольная ось проходит по населенным пунктам Марьинка, Донецк, Макеевка, Харцызск, Зуевка. В секторе шириной от 6 до 22 км имеются два ответвления на юг в сторону пос. Бирюки и Покровка. Сектор № 3 (площадь – 86470 га) вытянут также в широтном направлении с небольшим разворотом продольной оси по часовой стрелке. Эта ось протяженностью 93 км имеет географическую привязку к населенным пунктам Плещеевка, Горловка, Крестовка, Снежное, Никифорово.

В границах трех исследуемых секторов все техногенные ландшафтные объекты были разделены по девяти наименованиям *(табл. 1)*. В изучаемой совокупности выделены две укрупненные группы. В первую группу наиболее опасных объектов входят участки территорий (787 ед.), на поверхности которых находятся значительные объемы углепородной смеси независимо от времени складирования на этих участках *(стр. 4 и 7-9, см. табл. 1)*. Во второй группе находятся техногенные ландшафтные объекты, не вошедшие в перечень объектов, поименованных в строках 4, 7, 8 и 9 [10]. В шахтных терриконах содержатся смесь углевмещающих пород, уголь из пластов, не имеющих промышленного значения. Состав такой смеси является уникальным для каждого шахтного террикона. В терриконах, покрытых древесно-кустарниковой растительностью, по нашей оценке, содержится минимальное количество угля.

Далее определим последствия воздействия этих объектов на среду обитания человека и экологию территории, на которой они находятся. На всех объектах всегда существует большая вероятность самовозгорания угля и углесодержащих пород. Считается, что за счет бактериального экзотермического окисления пирита, находящегося в углях, происходит повышение температуры до 250-270ºС, это, как правило, приводит к самовозгоранию угля и значительной эмиссии вредных газов в атмосферу. Ликвидация пожаров в толще многометровых горящих насыпей, содержащих уголь, является весьма затратным мероприятием с точки зрения финансирования. Кроме того, ветровое воздействие на поверхность техногенных ландшафтных объектов способствует выносу минеральной пыли и переносу ее на значительные расстояния. Все это ухудшает среду обитания человека и животного мира, угнетает растительную экосистему, а также напрямую оказывает глобальное влияние на приобретение жителями республики заболеваний, связанных с бронхолегочной и другими патологиями.

Многочисленные геохимические исследования добываемого угля высвечивают превышения концентрации *As* в 8-12 раз (в аномалиях до 350) в сравнении с ПДК. Содержание *Hg* также превышает ПДК в 6-12 раз, а концентрация *Pb* – в 5-11 раз. Также установлено, что концентрации химических элементов I класса опасности (*Hg, As, Be, Pb, Zn*) в углях I, II, III классов опасности (*Pb, Li, B, Ni, Ba, Mn, Sr* и др.) в шахтных водах превышают предельно допустимые концентрации в десятки и сотни раз. Вполне обоснованным в условиях расположения многочисленных техногенных объектов в центральной части республики считаем систематическое загрязнение природных территорий, обрабатываемых полей агропредприятий и зон жилой застройки, прилегающих к исследуемым техногенным объектам, в результате ветрового переноса минеральной пыли, в

Таблица 1

Краткая характеристика техногенных ландшафтных объектов, созданных в результате деятельности предприятий угледобывающей промышленности, на территории Донецкой Народной Республики

Brief characteristics of man-made landscape objects created as a result of coal mining activities in the territory of the Donetsk People's Republic

Наименование техногенного ландшафтного объекта	Количество объектов, ед.	Суммарная площадь, га
Промышленные площадки действующих шахт в 2020 г.	42	646
Промышленные площадки закрытых шахт	236	1912
Участки с горнопромышленным ландшафтом в виде чередования малогабаритных карьеров с внешними и внутренними углепородными отвалами	81	892
Шахтные терриконы	379	4018
Шахтные терриконы с измененной конфигурацией архитектуры и с выполнением работ по рекультивации	10	79
Шахтные терриконы под древесно-кустарниковой растительностью	72	286
Угольные склады	110	182
Открытые площадки с углепородной смесью	247	1364
Накопители водно-угольной смеси	51	1198
Итого	1228	10577

Таблица 2

Распределение техногенных ландшафтных объектов по бассейнам рек в исследуемых секторах с добычей угля на территории ДНР

Distribution of man-made terrain objects by river basins in the investigated sectors with coal mining in the territory of the Donetsk People's Republic

Бассейн реки (совокупности рек)	Промышленные площадки работающих, закрытых и ликвидированных угольных шахт, ед.	Участки с горнопромышленным ландшафтом (карьеры, породные отвалы, шахтные терриконы, площадки с углепородной смесью и др.), ед.
Северский Донец	31	107
Реки в бассейне р. Самары	59	123
Кальмиус	43	282
Крынка	130	382
Миус	15	56
Итого	278	950

которой содержатся те же токсичные элементы, что и в угле. При выпадении атмосферных осадков здесь непременно будет происходить также систематический вынос токсичных элементов с последующей их миграцией в реки, ручьи, техногенные и природные водоемы, а также в почвы прилегающих территорий. В целом, любая миграция (пылевая или водная) токсичных элементов с поверхности исследуемых объектов напрямую будет способствовать их вхождению в растения и живые организмы с последующим встраиванием в пищевые цепи человека.

В ходе аналитических работ получено распределение всех техногенных ландшафтных объектов по бассейнам рек, попадающих в контуры секторов № 1, № 2 и № 3, в которых производилась и производится выемка угля из недр Донецкого угольного бассейна *(табл. 2)*.

Анализ данных в *табл. 2* указывает на то, что все техногенные ландшафтные объекты, созданные в ходе добычи угля открытым и подземным способами на территории ДНР, в той или иной степени оказывают влияние на качество воды в реках, протекающих по территориям с работающими или закрытыми угледобывающими предприятиями.

По нашей оценке, в исследуемом секторе области суммарный объем угля и углесодержащих горных пород, находящихся в насыпях на территории 1228 техногенных объектов, составляет не менее 1980 млн м^3 [10]. На наш взгляд, на территории Донецкой Народной Республики исследуемые секторы необходимо признать особо неблагополучными с позиции экологии. Для ликвидации накопленного экологического ущерба с целью нейтрализации опасности, исходящей со стороны техногенных ландшафтных объектов, предлагаем в первую очередь выполнить перечень работ на техногенных объектах, в наибольшей степени оказывающих негативное влияние на качество воздуха в местах массового проживания людей. Основу предлагаемых природоохранных мероприятий должны составить работы по нанесению потенциально плодородных и продуктивных слоев горных пород мощностью до одного метра на поверхность техногенных объектов и работы по биологической рекультивации. Конечной целью работ по ликвидации накопленного экологического ущерба является прекращение ветрового и водного выноса и переноса токсичных элементов с поверхности техногенных ландшафтных объектов

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате исследований территории Донецкой Народной Республики получены новые знания о нарушенных землях в ходе добычи угля подземным и открытым способами на протяжении последних десятилетий. Состав горных пород с включением больших объемов кондиционного и некондиционного угля, находящихся в насыпях на участках природного ландшафта, способствует самовозгоранию с выделением токсичных ядовитых газов. Практически все техногенные объекты не покрыты растительным покровом, что способствует пылевому и водному выносу вредных элементов с поверхности этих объектов и дальнейшему их переносу в природной среде. Важнейшим направлением в перекрытии техногенных участков считаем использование горных пород четвертичного возраста, вынимаемых вдоль периметра участков и нанесение их на поверхность с последующей биологической рекультивацией путем высадки древесно-кустарниковой и травянистой растительности.

Список литературы • References

1. Исследование горных работ и процессов восстановительной экологии на месторождениях угля во Вьетнаме по данным дистанционного зондирования / И.В. Зеньков, Чинь Ле Хунг, Ю.А. Анищенко и др. // Уголь. 2022. № 7. С. 21-24.
   Zenkov I.V., Trinh Le Hung, Anischenko Yu.A., Loginova E.V., Maglinets Yu.A., Raevich K.V., Latyntsev A.A., Veretenova T.A., Kondrashov P.M., Pavlova P.L., Konov V.N. A study of mining operations and environmental rehabilitation processes in Vietnamese coal fields based on remote sensing data. *Ugol'.* 2022;(7):21-24. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2022-7-21-24.
2. Chen S., Qin J., Dong S. et al. Assessing the Impact of Land Use Changes on Ecosystem Service Values in Coal Mining Regions Using Google Earth Engine Classification. *Remote Sens*. 2025;(17):1139. DOI: 10.3390/rs17071139.
3. Amisalu Milkias Misebo, Marta Szostak, Edyta Sierka et al. The interactive effect of reclamation scenario and vegetation types on physical parameters of soils developed on carboniferous mine spoil heap. *Land Degrad. Dev*. 2023;34(12):3593-3605. DOI:10.1002/ldr.4705.
4. Gossen I., Gurkova E., Sokolov D. Assesment of Effectiveness of Reclamation Activities on Coal Dumps in Kuzbass. *Ecology and Industry of Russia*. 2023;(3):33-39. DOI: 10.18412/1816-0395-2023-3-33-39.

5. Депонирование углерода девятилетними культурами сосны на рекультивированном отвале разреза «Черногорский» ООО «СУЭК-Хакасия» / О.С. Сафронова, Е.В. Маркова, Н.А. Остапова и др. // Уголь. 2024. № 3. С. 94-96. DOI: 10.18796/0041-5790-2024-3-94-96.
Safronova O.S., Markova E.V., Ostapova N.A., Evseeva I.N., Morshnev E.A. Carbon deposition by nine-year-old pine crops at the reclaimed dump of the «Chernogorsky» section of JSC «SUEK-Khakassia». *Ugol'.* 2024. № 3. С. 94-96. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2024-3-94-96.
6. Адаптивный аспект реализации технологии щелевания при рекультивации автомобильных отвалов в Республике Хакасия / Е.А. Моршнев, О.С. Сафронова, Н.А. Остапова и др. // Уголь. 2023. № 4. С. 65-68. DOI: 10.18796/0041-5790-2023-4-65-68.
Morshnev E.A., Safronova O.S., Ostapova N.A., Evseeva I.N., Pilchuk E.V. Adaptive aspect of the implementation of the slotting technology in the reclamation of vehicle dumps in the Republic of Khakassia. *Ugol'.* 2023;(4):65-68. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2023-4-65-68.
7. L.Z., Zhao Y., Ren H. et al. A Novel Approach to Automatically Identify Open-Pit Coal Mining Dynamics Based on Temporal Satellite Images. *Remote Sens*. 2025;(17):1029. DOI: 10.3390/rs17061029.
8. Dominik Vörös, Patricia Díaz Baizán, Karel Slavíček et al. Mercury occurrence and speciation in sediments from hard coal mining in Czechia. *Journal of Hazardous Materials*. 2023;(459):132204. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2023.132204.
9. Obinna T. Ezeokoli, Jessica Badenhorst, Adekunle Raimi et al. Effect of dung and dung beetle application on topsoil fungal assemblage of a post-coal mining reclamation land: Towards soil health improvement. *Applied Soil Ecology*. 2023;(185):104804. DOI: 10.1016/j.apsoil.2023.104804.
10. https://www.google.com.earth.

Authors Information

Zenkov I.V. – Doctor of Engineering Sciences, Professor, Deputy Director for Scientific Work, Siberian Research Institute of Mining and Surveying, Krasnoyarsk, 660025, Russian Federation, e-mail: zenkoviv@mail.ru

Nefedov B.N. – PhD (Engineering), Head of the Laboratory, Federal Research Center for Information and Computational Technologies, Novosibirsk, 630060, Russian Federation

Raevich K.V. – PhD (Engineering), Associate Professor, K.G. Razumovsky Moscow State University of Technologies and Management, Moscow, 109004, Russian Federation

Conde A.S. – Mining engineer, RUSSKY ALUMINY LIMITED, Representative Office in the Republic of Guinea, Conakry, BP 6506, Republic of Guinea

Yuronen Yu.P. – PhD (Engineering), Associate Professor, Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation

Lunev A.S. – PhD (Engineering), Associate Professor, Siberian Federal University, Krasnoyarsk, 660041, Russian Federation

Sizova T.N. – Senior lecturer, Siberian Federal University, Krasnoyarsk, 660041, Russian Federation

Pavlova P.L. – PhD (Engineering), Associate Professor, Siberian Federal University, Krasnoyarsk, 660041, Russian Federation

Mironova Zh.V. – PhD (Engineering), Associate Professor, Siberian Federal University, Krasnoyarsk, 660041, Russian Federation

Kuzina L.N. – PhD (Economics), Associate Professor, Siberian Federal University, Krasnoyarsk, 660041, Russian Federation

Информация о статье

Поступила в редакцию: 28.09.2025
Поступила после рецензирования: 18.10.2025
Принята к публикации: 30.10.2025

Paper info

Received September 28, 2025
Reviewed October 18, 2025
Accepted October 30, 2025

Угольная компания «Южный Кузбасс» (ПАО «Южный Кузбасс», входит в группу «Мечел») поздравила сотрудников автотранспортной службы с профессиональным праздником

МЕЧЕЛ
ЮЖНЫЙ КУЗБАСС

В «Южном Кузбассе» состоялось торжественное собрание в честь Дня автомобилиста. Работников автотранспортной службы наградили муниципальными, корпоративными, профсоюзными и ведомственными наградами.

Почетной грамотой Министерства энергетики Российской Федерации удостоены водитель автомобиля гаража «Сибиргинский» Дмитрий Лавров, слесарь по ремонту автомобилей ремонтного участка «Центральный» Анатолий Кандалов, начальник отдела вспомогательных и пассажирских перевозок автотранспортной службы Александр Зорин.

Благодарность Министерства энергетики Российской Федерации объявлена машинисту бульдозера гаража «Центральный» Евгению Челмайкину.

Почетные грамоты Администрации Междуреченского муниципального округа вручены оператору электронно-вычислительных и вычислительных машин автотранспортной службы Оксане Кондратовой, слесарю по ремонту автомобилей гаража «Сибиргинский» Александру Карнакову, водителю автомобиля БелАЗ гаража «Ольжерасский» Андрею Коротких, ведущему специалисту отдела вспомогательных и пассажирских перевозок автотранспортной службы Владимиру Лошкову.

ПАО «Южный Кузбасс»