Оригинальная статья

Original Paper

УДК 622.882(470.53):622.85 © И.В. Зеньков✉[1], Б.Н. Нефедов[2], А.С. Конде[3], М.Л. Дмитриева[4], Ю.П. Юронен[5], Г.А. Карачева[5], Ю.А. Маглинец[6], П.М. Кондрашов[6], А.Б. Федоров[6], Т.А. Веретенова[6], В.И. Афанасов[6], 2026

[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] Компания RUSSKY ALUMINY LIMITED, Представительство в Гвинейской Республике, BP 6506, Конакри, Гвинейская Республика
[4] Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II, 199106, г. Санкт-Петербург, Россия
[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], A.S. Conde[3], M.L. Dmitrieva[4], Yu.P. Yuronen[5], G.A. Karacheva[5], Yu.A. Maglinets[6], P.M. Kondrashov[6], A.B. Fedorov[6], T.A. Veretenova[6], V.I. Afanasov[6], 2026

[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] RUSSKY ALUMINY LIMITED, Conakry, Representative Office in the Republic of Guinea, BP 6506, Republic of Guinea
[4] Saint Petersburg Mining University of Empress Catherine II, St Petersburg, 199106, Russian Federation
[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 Луганской Народной Республике

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

DOI: http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2026-1-111-114

В статье приводятся результаты исследования экологического состояния нарушенных земель в ходе добычи угля открытым и подземным способами на участках Донецкого угольного бассейна на территории Луганской 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 использования рыхлых горных пород четвертичного возраста и высадки древесно-кустарниковой и травянистой растительности.

Ключевые слова: *дистанционное зондирование, угледобывающая промышленность, восстановительная экология, Луганская Народная Республика, Донецкий угольный бассейн, угольные шахты, 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 Луганской

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

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

ДМИТРИЕВА М.Л.
Канд. экон. наук, доцент, Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II, 199106, г. Санкт-Петербург, Россия

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

КАРАЧЕВА Г.А.
Старший преподаватель, Сибирский государственный университет науки и технологий им. академика М.Ф. Решетнева, 660037, г. Красноярск, Россия

МАГЛИНЕЦ Ю.А.
Канд. техн. наук, профессор, Сибирский федеральный университет, 660041, г. Красноярск, Россия

КОНДРАШОВ П.М.
Канд. техн. наук, доцент, Сибирский федеральный университет, 660041, г. Красноярск, Россия

ФЕДОРОВ А.Б.
Канд. техн. наук, доцент, Сибирский федеральный университет, 660041, г. Красноярск, Россия

ВЕРЕТЕНОВА Т.А.
Старший преподаватель, Сибирский федеральный университет, 660041, г. Красноярск, Россия

АФАНАСОВ В.И.
Старший преподаватель, Сибирский федеральный университет, 660041, г. Красноярск, Россия

Народной Республике / И.В. Зеньков, Б.Н. Нефедов, А.С. Конде и др. // Уголь. 2026;(1):111-114. DOI: 10.18796/0041-5790-2026-1-111-114.

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 areas of the Donetsk coal basin in the territory of the Lugansk 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 using loose Quaternary rocks and planting shrubs and trees with herbaceous vegetation.

Keywords
Remote sensing, coal mining industry, restoration ecology, Lugansk 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., Conde A.S., Dmitrieva M.L., Yuronen Yu.P., Karacheva G.A., Maglinets Yu.A., Kondrashov P.M., Fedorov A.B., Veretenova T.A., Afanasov V.I. Information support for studying man-made disturbances of the natural topography during mining operations in areas of the Donetsk coal basin in the Lugansk People's Republic. *Ugol'.* 2026;(1):111-114. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2026-1-111-114.

ВВЕДЕНИЕ

На юге России в центральной части Луганской Народной Республики (ЛНР) более трехсот лет производится добыча высококачественных марок углей. 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].

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 1,2 млн 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 с горнопромышленным ландшафтом. Продольная ось сектора № 1 площадью 221210 га протяженностью 110 км ориентирована в направлении «северо-запад – юго-восток». Ось проходит по населенным пунктам Житловка, Мирная Долина, Кадиевка, Перевальск, Червоная Поляна. Ширина сектора в северо-западной части составляет 3,5 км, а в юго-восточной – 54,5 км. Сектор № 2 (площадь 116700 га) вытянут в широтном направлении и имеет протяженность 86,2 км. Продольная ось проходит по населенным пунктам Фащевка, Рафайловка, Валяновск, Панченково. Ширина сектора изменяется от 13 км на западе до 16 км – на востоке. Сектор № 3 (площадь 51600 га) вытянут также в широтном направлении с небольшим разворотом продольной оси по часовой стрелке. Эта ось протяженностью 43,5 км имеет географическую привязку к населенным пунктам Глубокое, Теплое, Сорокино, Власовка. Ширина сектора изменяется от 6 км на западе до 18 км в его средней части и до 8,5 км на востоке. Сектор имеет выступ в его северо-восточной части в сторону населенных пунктов Беленькое и Северный. Суммарная площадь трех исследуемых секторов, в границах которых производят и производили добычу угля подземным и открытым способами из недр Донецкого угольного бассейна и размещают отходы угледобывающего производства, составляет 389510 га [8].

В границах трех исследуемых секторов все техногенные ландшафтные объекты были разделены по девяти наименованиям *(см. таблицу)*. В изучаемой совокупности выделены две укрупненные группы. В первую группу наиболее опасных объектов входят участки территорий, (789 ед.), на поверхности которых находятся значительные объемы углепородной смеси независимо от времени складирования на этих участках (строки 4 и 7-9*, см. таблицу*). Во второй группе находятся техногенные ландшафтные объекты, не вошедшие в перечень объектов, поименованных в строках 4, 7, 8 и 9 [8].

Применительно к территории ЛНР, в том числе к тем выделенным секторам, в границах которых производят добычу угля из недр Донецкого бассейна, экологические последствия воздействия техногенных объектов на среду обитания человека и экологию территории, на которой они находятся, аналогичны тем экологическим последствиям, которые были установлены для таких же территорий Донецкой Народной Республики и Ростовской области.

В результате ветрового переноса с поверхностей участков с горнопромышленным ландшафтом минеральной пыли, в которой содержатся те же токсичные элементы, что и в угле, а также при выпадении атмосферных осадков здесь непременно будет происходить систематический вынос токсичных элементов с последующей их миграцией в реки, ручьи, техногенные и природные водоемы, 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 попаданием в пищевые цепи человека. По нашей оценке, в исследуемом секторе области суммарный объем окисленных углей и углесодержащих горных пород, находящихся в насыпях на территории 1426 техногенных объектов, составляет не менее 1,5 млрд м^3.

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 полное прекращение ветрового и водного выноса и переноса токсичных элементов с поверхности техногенных ландшафтных объектов

На территории ЛНР, как было отмечено выше, все объекты угледобывающей промышленности находятся в трех выделенных секторах 1, 2 и 3. Особенностью рельефа земной поверхности в границах этих секторов является то, что здесь находятся истоки таких рек, как Миус, Кундрючья и других малых рек, русла которых имеют северное, восточное и южное направления. Все русла малых рек, берущих свое начало в границах сектора № 1, ориентированы в северном и северо-западном направлениях и являются правыми притоками р. Северский Донец. Эта часть бассейна р. Северский Донец по площади совпадает с площадью сектора № 1. По данным спутниковой съемки установлено, что примерно 30% от количества всех техногенных ландшафтных объектов в регионе находится в границах бассейнов рек Миус и Кундрючья. Истоки рек Миус и Кундрючья находятся в секторе № 2. Площадь участка бассейна р. Миус, находящегося в секторе № 2, составляет 77010 га. Площадь участка бассейна р. Кундрючья, частично находящегося в восточной части сектора № 2, равна 12970 га. В этом же секторе находятся истоки малых рек, впадающих в р. Северский Донец. Площадь этой части бассейна р. Северский Донец составляет 26720 га. В границах сектора № 3 все русла малых рек, берущих свое начало в границах этого сектора, ориентированы в северном и северо-западном направлениях. Все они

Краткая характеристика техногенных ландшафтных объектов, созданных угледобывающими предприятиями на территории Луганской Народной Республики

Brief characteristics of man-made landscape objects created by coal mining operations in the territory of the Lugansk People's Republic

№ п/п	Наименование техногенного ландшафтного объекта	Количество объектов, ед.	Суммарная площадь, га
1	Промышленные площадки действующих шахт в 2020 г.	26	462
2	Промышленные площадки закрытых и ликвидированных шахт	149	1400
3	Участки с горнопромышленным ландшафтом в виде чередования малогабаритных карьеров с внешними и внутренними углепородными отвалами	359	4062
4	Шахтные терриконы	341	2352
5	Шахтные терриконы с измененной конфигурацией архитектуры и с выполнением работ по рекультивации	21	204
6	Шахтные терриконы под древесно-кустарниковой растительностью	82	316
7	Угольные склады	118	299
8	Открытые площадки с углепородной смесью	278	857
9	Накопители водно-угольной смеси	52	1104
10	Итого	1426	11056

являются правыми притоками р. Северский Донец. Поскольку истоки и русла малых рек – притоков р. Северский Донец – находятся в границах сектора № 3, то площадь этого участка бассейна равна его площади и составляет 51600 га.

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. В бассейне р. Северский Донец находятся 976 техногенных ландшафтных объектов, и в бассейнах рек Миус и Кундрючья соответственно 415 и 35 объектов. Анализ распределения участков с углепородной смесью указывает на то, что все они в той или иной степени оказывают влияние на качество воды в реках, протекающих по территориям с работающими или закрытыми угледобывающими предприятиями.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в результате исследования территории Луганской 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 приводит к 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):21-24. DOI: 10.18796/0041-5790- 2022-7-21-24.
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):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 OOO «SUEK-Khakassia». *Ugol'.* 2024;(3):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):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. 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

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

Dmitrieva M.L. – PhD (Economics), Associate Professor, Saint Petersburg Mining University of Empress Catherine II, St Petersburg, 199106, Russian Federation

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

Karacheva G.A. – Senior lecturer, Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation

Maglinets Yu.A. – PhD (Engineering), Professor, Siberian Federal University, Krasnoyarsk, 660041, Russian Federation

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

Fedorov A.B. – PhD (Engineering), Associate Professor, Senior lecturer, Siberian Federal University, Krasnoyarsk, 660041, Russian Federation

Veretenova T.A. – Senior lecturer, Siberian Federal University, Krasnoyarsk, 660041, Russian Federation

Afanasov V.I. – Senior lecturer, Siberian Federal University, Krasnoyarsk, 660041, Russian Federation

Информация о статье

Поступила в редакцию: 19.11.2025
Поступила после рецензирования: 17.12.2025
Принята к публикации: 29.12.2025

Paper info

Received November 19, 2025
Reviewed December 17, 2025
Accepted December 29, 2025