

# Восстановление экологии нарушенных земель при разработке Волчанского угольного месторождения по результатам дистанционного зондирования

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-10-105-107>

## ЗЕНЬКОВ И.В.

Доктор техн. наук, Заслуженный эколог РФ,  
профессор Сибирского федерального университета,  
профессор ФГБУ ВО «Сибирский  
государственный университет науки  
и технологий им. академика М.Ф. Решетнёва»,  
660049, г. Красноярск, Россия,  
e-mail: zenkoviv@mail.ru

## МОРИН А.С.

Доктор техн. наук,  
заведующий кафедрой  
ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»,  
660041, г. Красноярск, Россия

## КИРЮШИНА Е.В.

Канд. техн. наук, доцент  
ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»,  
660041, г. Красноярск, Россия

## ВОКИН В.Н.

Канд. техн. наук, профессор  
ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»,  
660041, г. Красноярск, Россия

## ВЕРЕТЕНОВА Т.А.

Доцент  
ФГАОУ ВО Сибирский федеральный университет,  
660041, г. Красноярск, Россия

В статье представлены результаты оценки экологического состояния земель, нарушенных при разработке Волчанского угольного месторождения в Свердловской области. В ходе исследований установлено, что экологически приемлемое восстановление растительного покрова на территории породных отвалов произошло частично за счет работ по рекультивации и, в основном, за счет природных процессов его самовосстановления.

**Ключевые слова:** Волчанское угольное месторождение, Свердловская область, угольные разрезы, породные отвалы, нарушенные земли, растительные экосистемы, дистанционное зондирование Земли.

## ВВЕДЕНИЕ

Волчанское бурогольное месторождение расположено в Свердловской области, в 332 км севернее областного центра г. Екатеринбурга и в 2,3 км южнее г. Волчанска. Разрез «Волчанский» прекратил деятельность в 2015 г. из-за невозможности перекрыть затраты на добычу угля доходами от его реализации, производственная мощность на момент закрытия составляла не более 0,8 млн т (рис. 1).

Начиная с конца 1940-х годов на этом месторождении образован горнопромышленный ландшафт в виде двух карьеров (1, 5, см. рис. 1) и четырех внешних породных отвалов (2, 3, 4, 6, см. рис. 1). Горно-геологическое строение месторождения обусловило разноску бортов карьеров в ходе добычи угля и отсыпку вскрышных пород во внешние отвалы. Добыча угля осуществлялась более 60 лет, поэтому на объектах горнопромышленного ландшафта целесообразно провести оценку экологического состояния нарушенных земель.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

Вопросы, касающиеся восстановления экологического баланса на территориях, нарушенных открытыми горными работами, всегда волнуют общественное сознание.



Рис. 1. Фрагмент космоснимка с объектами горнопромышленного ландшафта на Волчанском угольном месторождении, 2018 г.: 1 – карьер, отработанный в 1970 г.; 2 – внешний отвал; 3 – внешний отвал; 4 – внешний отвал; 5 – угольный разрез «Волчанский»; 6 – внешний отвал

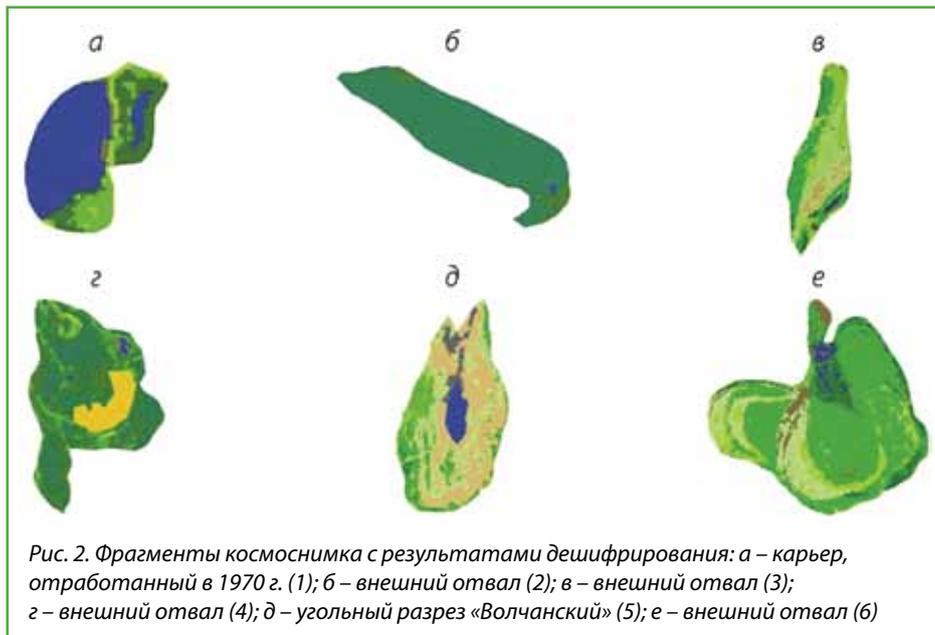


Рис. 2. Фрагменты космоснимка с результатами дешифрирования: а – карьер, отработанный в 1970 г. (1); б – внешний отвал (2); в – внешний отвал (3); г – внешний отвал (4); д – угольный разрез «Волчанский» (5); е – внешний отвал (6)

Поэтому решению подобных вопросов в нашей стране и за рубежом в последние годы уделяется большое внимание. Оценке восстановления экологии на территориях с объектами горнодобывающей промышленности посвящено множество работ [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]. Но, несмотря на большой объем научных исследований, по-прежнему отсутствуют работы, посвященные оценке экологии земель, нарушенных в ходе добычи угля на Среднем Урале.

На объектах, включенных в программу наших исследований, в разное время были прекращены открытые горные работы, поэтому на них по-разному сформировалась экосистема – образовались техногенные водоемы, произошло расселение всех ярусов растительного покрова, а также проведен комплекс специальных работ по рекультивации нарушенных земель для их использования в сельском хозяйстве. На момент оценки общая площадь нарушенных земель (объекты с 1 по 6, см. рис. 1) составляла 2707,5 га.

Получить картину экологического состояния территорий с открытыми горными работами позволяет оценка, основанная на использовании космических технологий дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Космические снимки исследуемой территории размещены на официальных сайтах: Global Land Cover Facility (GLCF); United States Geological Survey (USGS). В ходе обработки космоснимков выполнено их дешифрирование с выделением границ классов ландшафта (рис. 2).

Так, структура устойчивой экосистемы на горнопромышленном ландшафте, образованном в результате отработки в 1970 г. северной мульды Волчанского бурого угольного месторождения, представляет собой водоем площадью 44,2 га, образовавшийся в результате разгрузки подземных вод в отработанную карьерную выемку площадью 77,6 га (1, см. рис. 2, а), и внешний породный отвал (2, см. рис. 2, б) площадью 39,2 га со стопроцентным хорошо развитым растительным покровом (в основном хвойный и частично лиственный лес). На нерабочих бортах карьера (1, см. рис. 2, а) в результате естественных природных процессов сформирована хорошо развитая древесно-кустарниковая растительность на площади 33,4 га.

К моменту закрытия угольного разреза «Волчанский» в 2015 г. площадь вскрытых или отработанных угольных пластов составляла 30,9 га. На поверхности трех внешних породных отвалов (3, 4, 6, см. рис. 2, в, г, е) и в отработанной карьерной выемке (5, см. рис. 2, д) техногенные водоемы суммарно находятся на площади 59,8 га. На разрозненных участках (в основном в карьере) суммарной площадью 401,1 га полностью отсутствует растительный покров.

Вместе с тем на породных отвалах проводились специальные работы по подготовке их поверхности к рекультивации земель на площади 72,9 га для дальнейшего использования в сельском хозяйстве. Признаки восстановления

растительного покрова прослеживаются на участках суммарной площадью 371 га. Участки с травянистой растительностью и с травянисто-кустарниковой растительностью находятся на площади 125 и 82,3 га. Площадь участков с хорошо развитым хвойным лесом, сформировавшимся в результате работ по лесной рекультивации, составляет 292,7 га. Наше внимание было обращено на большие площади лиственного леса (береза, осина, 346, 8 га), появившегося в карьере и на породных отвалах в результате ветрового переноса семян, снабженных крыльчаткой. Большие площади участков под молодым смешанным лесом свидетельствуют о высокой эффективности природных процессов, протекающих в условиях Среднего Урала. Этот класс растительного покрова имеет самый высокий показатель – на уровне 808,2 га.

В целом, коэффициент восстановления природной экосистемы на разрозненных объектах горнопромышленного ландшафта, сформированного при разработке этого месторождения, находится на очень высоком уровне – 0,83.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Итак, в ходе исследований, проведенных с использованием информационных ресурсов ДЗЗ, на территории объектов горнопромышленного ландшафта, сформированного в ходе добычи угля открытым способом на Волчанском месторождении на Среднем Урале, выявлено высокоэффективное восстановление растительной экосистемы. Эти объекты можно считать индикаторными с позиции восстановления экологического баланса на территории земель, нарушенных в ходе производства добычи угля открытым способом. Проведение работ по рекультивации породных отвалов в целом позитивно сказалось на их экологическом состоянии, а также способствовало сдвигу равновесия экобаланса в сторону улучшения его показателей на территории природных ландшафтов, прилегающих к открытым горным работам.

### Список литературы

1. Результаты дистанционного мониторинга экологического состояния нарушенных земель разрезом «Коркин-

ский» / И.В. Зеньков, Б.Н. Неведов, Е.В. Кирюшина, В.В. Заяц // Уголь. 2018. № 9. С. 99-101. DOI: 10.18796/0041-5790-2018-9-99-101. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/092018.pdf> (дата обращения: 15.09.2019).

2. Жарко В.О., Барталев С.А., Егоров В.А. Исследование возможностей оценки запасов древесины в лесах Приморского края по данным спутниковой системы Proba-V // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2018. Т. 15. № 1. С. 157-168.

3. Автоматическое распознавание используемых пахотных земель на основе сезонных временных серий восстановленных изображений Landsat / Д.Е. Плотников, П.А. Колбудаев, С.А. Барталев, Е.А. Лупян // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2018. Т. 15. № 2. С. 112-127.

4. Крутских Н.В., Кравченко И.Ю. Использование космонимков Landsat для геоэкологического мониторинга урбанизированных территорий // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2018. Т. 15. № 2. С. 159-168.

5. Щадов И.М., Франк Е.Я. О результатах и перспективах использования ресурсов ДЗЗ в решении прикладных задач угледобывающей отрасли в формате мировой экономики // Уголь. 2018. № 7. С. 58-61. DOI: 10.18796/0041-5790-2018-7-58-61 URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/072018.pdf> (дата обращения: 15.09.2019).

6. The use of remote sensing to develop a site history for restoration planning in an arid landscape / M.M. Abdullah, R.A. Feagin, L. Musaw et al. // Restoration Ecology. 2016. Vol. 24(1). P. 91-99.

7. Zweig C.L., Newman S. Using landscape context to map invasive species with medium-resolution satellite imagery // Restoration Ecology. 2015. Vol. 23(5). P. 524-530.

8. A GIS-based decision-making approach for prioritizing seabird management following predator eradication / S.B. Borrelle, R.T. Buxton, H.P. Jones, D.R. Towns // Restoration Ecology. 2015. Vol. 23(5). P. 580-587.

9. Remote sensing for restoration planning: how the big picture can inform stakeholders / S. Cordell, E.J. Questad, G.P. Asner et al. // Restoration Ecology. 2017. Vol. 25(2). P. 147-154.

UDC 622.85(470.5):550.814 © I.V. Zenkov, A.S. Morin, E.V. Kiryushina, V.N. Vokin, T.A. Veretenova, 2019  
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2019, № 10, pp. 105-107  
DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-10-105-107>

#### Title

**REMEDIATION OF THE ECOLOGY OF DISTURBED LANDS DURING THE DEVELOPMENT OF THE VOLCHANSKY COAL DEPOSIT BASED ON THE RESULTS OF REMOTE SENSING**

#### Authors

Zenkov I.V.<sup>1,2</sup>, Morin A.S.<sup>1</sup>, Kiryushina E.V.<sup>1</sup>, Vokin V.N.<sup>1</sup>, Veretenova T.A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Siberian Federal University, Krasnoyarsk, 660041, Russian Federation

<sup>2</sup> Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation

#### Authors' Information

**Zenkov I.V.**, Doctor of Engineering Sciences, Merited Ecologist of the Russian Federation, Professor, e-mail: [zenkoviv@mail.ru](mailto:zenkoviv@mail.ru)

**Morin A.S.**, Doctor of Engineering Sciences, Head of department

**Kiryushina E.V.**, PhD (Engineering), Associate Professor

**Vokin V.N.**, PhD (Engineering), Professor

**Veretenova T.A.**, Associate Professor

#### Abstract

The paper presents the results of assessing the ecological condition of the lands disturbed during the development of the Volchansky coal deposit in the Sverdlovsk region. In the course of research it was found that ecologically acceptable restoration of vegetation on the territory of waste dumps occurred partly due to restoration work, and mainly due to the natural processes of its self-restoration.

#### Keywords

Volchanskoye coal deposit, Sverdlovsk region, Coal mines, Rock dumps, Disturbed lands, Plant ecosystems, Remote sounding of the Earth.

#### References

- Zenkov I.V., Nefedov B.N., Kiriushina E.V., Zayatz V.V. Rezul'taty distantsionnogo monitoringa ekologicheskogo sostoyaniya narushennykh zemel' razrezom "Korkinskiy" [Results of disturbed lands environmental condition remote monitoring in "Korkinsky" open-pit mine]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2018, № 9, pp. 99-101. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2018-9-99-101. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/092018.pdf> (accessed 15.09.2019).
- Zharko V.O., Bartalev S.A. & Egorov V.A. Issledovaniye vozmozhnostey otsenki zapasov drevesiny v lesakh Primorskogo kraya po dannym sputnikovoy sistemy Proba-V [A study of the possibilities of estimating timber stocks in the forests of Primorsky Krai using the Proba-V satellite system]. *Sovremennyye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa – Modern problems of remote sounding of the Earth from space*, 2018, Vol. 15, No. 1, pp. 157-168. (In Russ.).

3. Plotnikov D.E., Kolbudayev P.A., Bartalev S.A., Lupyan E.A. Avtomaticheskoye raspoznaniye ispolzuyemykh pakhotnykh zemel' na osnove sezonnykh vremennykh seriy vosstanovlennykh izobrazheniy Landsat [Automatic recognition of used arable land based on seasonal time series of reconstructed Landsat images]. *Sovremennyye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa – Modern problems of remote sounding of the Earth from space*, 2018, Vol. 15, No. 2, pp. 112-127. (In Russ.).

4. Krutskikh N.V. & Kravchenko I.Yu. Ispolzovaniye kosmonimkov Landsat dlya geoekologicheskogo monitoringa urbanizirovannykh territoriy [Use of Landsat satellite space images for geoecological monitoring of urban areas]. *Sovremennyye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa – Modern problems of remote sounding of the Earth from space*, 2018, Vol. 15, No. 2, pp. 159-168. (In Russ.).

5. Shchadov I.M. & Frank E.Ya. O rezul'tatah i perspektivah ispol'zovaniya resursov DZZ v reshenii prikladnykh zadach ugledobvyayushchey otrasli v formate mirovoj ekonomiki [On the results and prospects of using ERS (Earth Remote Probing) resources when solving applied tasks of the coal mining industry in the global economic format]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2018, № 7, pp. 58-61. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2018-7-58-61. Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/072018.pdf> (accessed 15.09.2019).

6. Abdullah M.M., Feagin R.A., Musaw L. et al. The use of remote sensing to develop a site history for restoration planning in an arid landscape. *Restoration Ecology*, 2016, Vol. 24(1), pp. 91-99.

7. Zweig C.L. & Newman S. Using landscape context to map invasive species with medium-resolution satellite imagery. *Restoration Ecology*, 2015, Vol. 23(5), pp. 524-530.

8. Borrelle S.B., Buxton R.T., Jones H.P. & Towns D.R. A GIS-based decision-making approach for prioritizing seabird management following predator eradication. *Restoration Ecology*, 2015, Vol. 23(5), pp. 580-587.

9. Cordell S., Questad E.J., Asner G.P. et al. Remote sensing for restoration planning: how the big picture can inform stakeholders. *Restoration Ecology*, 2017, Vol. 25(2), pp. 147-154.

Received September 11, 2019