

Дистанционное зондирование в исследовании результатов лесовосстановительной экологии на породных отвалах угольных разрезов Красноярского края*

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-6-54-57>

ЗЕНЬКОВ И.В.

доктор техн. наук, профессор
Сибирского федерального университета,
профессор Сибирского государственного университета
науки и технологий им. академика М.Ф. Решетнёва,
660037, г. Красноярск, Россия, e-mail: zenkoviv@mail.ru

ЧИНЬ ЛЕ ХУНГ

канд. техн. наук, доцент,
Технический университет им. Ле Куи Дон,
11355, г. Ханой, Вьетнам

АНИЩЕНКО Ю.А.

канд. экон. наук, доцент
Сибирского государственного университета науки
и технологий им. академика М.Ф. Решетнёва,
660037, г. Красноярск, Россия

КАЗАНСКАЯ Н.Н.

канд. экон. наук, доцент
Санкт-Петербургского национального
исследовательского университета
информационных технологий, механики и оптики,
197101, г. Санкт-Петербург, Россия

ВОКИН В.Н.

канд. техн. наук, профессор
Сибирского федерального университета,
660041, г. Красноярск, Россия

КИРЮШИНА Е.В.

канд. техн. наук, доцент
Сибирского федерального университета,
660041, г. Красноярск, Россия

ЛАТЫНЦЕВ А.А.

канд. техн. наук, доцент
Сибирского федерального университета,
660041, г. Красноярск, Россия

ВЕРЕТЕНОВА Т.А.

доцент
Сибирского федерального университета,
660041, г. Красноярск, Россия

В статье представлены результаты дистанционного мониторинга изменения площади породных отвалов, на которых угольными разрезами Красноярского края проведена лесная рекультивация за 45-летний период. В ходе анализа данных выявлен повышательный тренд исследуемого показателя. Лидерами в проведении работ по лесовосстановлению являются угольные карьеры, работающие на Бородинском, Березовском и Назаровском месторождениях.
Ключевые слова: дистанционное зондирование, лесовосстановительная экология, Красноярский край, угольные карьеры, породные отвалы, лесная рекультивация, дистанционный мониторинг.

Для цитирования: Дистанционное зондирование в исследовании результатов лесовосстановительной экологии на породных отвалах угольных разрезов Красноярского края / И.В. Зеньков, Чинь Ле Хунг, Ю.А. Анищенко и др. // Уголь. 2021. № 6. С. 54-57. DOI: 10.18796/0041-5790-2021-6-54-57.

ВВЕДЕНИЕ

Восстановление земель, нарушенных в ходе открытой разработки твердых полезных ископаемых в бывшем СССР, было предложено проводить по четырем направлениям. Как показала практика, единственным высокоэффективным направлением восстановления экологического баланса на породных отвалах является лесная рекультивация. В свое время на территории Красноярского края производственным объединением «Красноярскуголь» выполнены работы по двум направлениям рекультивации породных отвалов: для использования в сельском хозяйстве и высадка саженцев деревьев хвойных пород. В эпоху глобального ухудшения экологической обстановки в районах с добычей угля открытым способом во всех странах мира проводится систематическая оценка результатов природоохранных мероприятий. Эффективным и достоверным

* Исследование проведено в рамках международного сотрудничества в области расширения сферы использования технологий дистанционного зондирования Земли

инструментом выполнения таких оценок является дистанционный мониторинг. В последние годы результаты дистанционного зондирования Земли используются практически во всех сферах экономики и в решении широкого спектра задач восстановительной экологии, о чем свидетельствует краткий обзор статей [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12]. Наш коллектив более 15 лет с высокой экономической эффективностью решает для угольных разрезов задачи экологической направленности. На очередном этапе нашей работы проведена оценка результатов работ по лесной рекультивации на поверхности породных отвалов угольных разрезов в Красноярском крае.

РЕЗУЛЬТАТЫ ДИСТАНЦИОННОГО МОНИТОРИНГА ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ ПО ЛЕСНОЙ РЕКУЛЬТИВАЦИИ

Всего на территории края работают 17 угольных разрезов с производственной мощностью в широком диапазоне от 100 тыс. т до 20 млн т в год. По данным спутниковой съемки установлено, что работы по рекультивации земель проведены на шести угольных разрезах: «Березовский», «Назаровский», «Бородинский», «Переясловский», «Канский» и «Абанский» [13]. На породном отвале разреза «Канский» проведены работы по рекультивации для использования в сельском хозяйстве в качестве сенокосных угодий.

Впервые с 1975 по 1978 г. работы по лесной рекультивации проводились на породных отвалах, отсыпанных при разработке Бородинского угольного месторождения в ретроспективном периоде с 1950 по 1970 г. На участке внешних породных отвалов между карьером и г. Бородино были высажены кустарники облепихи и саженцы сосны на площади 75 га.

В период с 1984 по 1986 г. на территории западного крыла Канско-Ачинского угольного бассейна участком рекультивации при опытно-промышленном разрезе «Березовский» производственного объединения «Красноярскуголь» были высажены саженцы сосны на двух участках общей площадью 42 га. Один из участков был оформлен в виде лесозащитной полосы из 16 рядов деревьев шириной 100 м и общей протяженностью 1560 м на поверхности породного отвала, отсыпанного в районе выхода угольного пласта под наносы в юго-западной части месторождения. В этом секторе с 1975 г. более 10 лет запасы угля отработывались опытно-промышленным разрезом «Березовский». Второй участок находился на поверхности внешнего породного отвала, сформированного драглайнами в ходе строительства Березовским разрезостроительным управлением разрезной траншеи для ввода роторных экскаваторов ЭРП-5250 в эксплуатацию.

В этот же период (1984-1986 гг.) были высажены саженцы сосны на поверхности породных отвалов площадью 40 га участком рекультивации при Назаровском угольном разрезе. Далее по данным спутниковой съемки установлено, что в 1994-1996 гг. на поверхности внутренних отвалов, отсыпанных в ходе отработки одного из угленасыщенных участков Назаровского бурого угольного месторождения, выполнены работы по лесной рекультивации путем высадки саженцев сосны на площади 115 га.

В 2000 г. в границах восточного сектора Канско-Ачинского угольного бассейна разрез «Абанский» произвел комплексную рекультивацию внешнего отвала, отсыпанного в строительный период на северо-восток от карьера, путем создания участка, предназначенного для использования в сельском хозяйстве, и высадку саженцев сосны на площади 10 га.

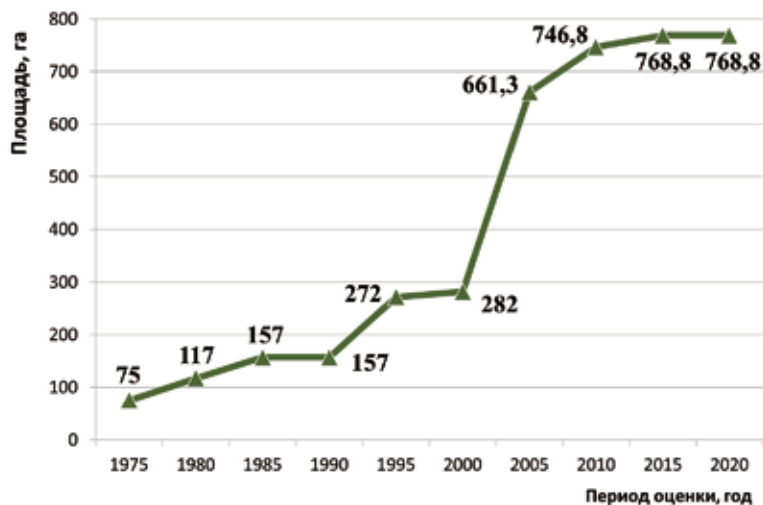
Изменение площади участков с лесной рекультивацией, проведенной угольными разрезами, работающими на территории Красноярского края, установленное по данным дистанционного мониторинга, представлено на рисунке.

В период с 2004 по 2006 г. работы по лесной рекультивации проводились на трех угольных разрезах. В этот период на внутренних породных отвалах разреза «Бородинский» проводились работы по высадке саженцев сосны, ели, клена на общей площади 317,3 га. На поверхности внутренних отвалов площадью 50 га, отсыпаемых разрезом «Березовский», в этот же период были посажены сосны. На внутренних отвалах разрезом «Переясловский» лесная рекультивация также проводилась путем высадки сосен.

На следующем этапе лесовосстановления на породных отвалах были проведены работы по посадке сосен угольными разрезами «Березовский», «Назаровский», «Бородинский» и «Переясловский». За период с 2009 по 2011 г. площади участков с лесной рекультивацией, проведенной этими разрезами, увеличились на 12, 3,5, 62 и 8 га соответственно.

В период с 2014 по 2015 г. работы по лесной рекультивации были проведены на породных отвалах угольных разрезов «Березовский» и «Переясловский» на площади 12 и 10 га соответственно. В настоящее время сформированный древостой практически неотличим от сосновых боров, находящихся в естественном природном состоянии.

Мы провели сопоставление годовых темпов проведения работ по лесной рекультивации в двух принципиально различающихся периодах – период добычи угля с начала 1950-х годов до 1991 г. (развал СССР и переход народного хозяйства на рыночную экономику) и с начала 1990-х годов по настоящее время. Среднегодовой темп увеличения площади участков с лесной рекультивацией во временных рамках первого периода, начиная с 1975 г.,



Изменение площади участков породных отвалов с лесной рекультивацией на угольных разрезах Красноярского края

составлял 10,46 га. Ситуация с проведением работ по лесной рекультивации в период, начиная с начала 1990-х годов, кардинально поменялась с переходом прав собственности основных активов угольных разрезов. В этот период аналогичный показатель находился на уровне 20,4 га.

В настоящее время лесовосстановительные работы угольные разрезы не проводят, хотя, как показывает обзор космических снимков, общая площадь поверхности породных отвалов, пригодных для проведения лесной рекультивации, составляет не менее 1200 га по всем предприятиям.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе дистанционного мониторинга на территории Красноярского края на угольных разрезах выявлены породные отвалы, на которых в период с 1975 по 2015 г. проводились работы по лесной рекультивации. Установлено, что в последние годы угледобывающие предприятия не проводят рекультивацию земель путем лесовосстановления. Вместе с тем практически вся лесная рекультивация проведена угледобывающими предприятиями, работающими на открытой разработке Березовского, Назаровского и Бородинского угольных месторождений. Удельный вес – по сути, вклад в восстановление экологического баланса техногенных нарушенных территорий – трех угольных разрезов в структуре земель с лесопосадками суммарно составляет 94,8%. В настоящее время общая площадь хорошо развитого соснового леса на породных отвалах - 768,8 га. Эта площадь составляет примерно 7% от общей площади земель, нарушенных открытыми горными работами на угольных месторождениях края. В этой связи необходимо отметить актуальность возрождения работ по лесной рекультивации с годовыми темпами на уровне 2005 г.

Список литературы

1. Крутских Н.В. Оценка трансформации природной среды в зоне воздействия горнодобывающих предприятий с использованием данных дистанционного зондирования земли // Горный журнал. 2019. № 3. С. 88-93.
2. Legostaeva Y.B., Ksenofontova M.I., Popov V.F. Geoeologic situation at site of drainage brine utilization during development of primary deposits in Yakutia // Eurasian Mining. 2019. N 1. P. 43-48.
3. Канализационные выбросы в прибрежной зоне Черного моря: наблюдение и дистанционный контроль из космоса / А.А. Кучейко, А.Ю. Иванов, Н.С. Григорьев и др. //

Экология и промышленность России. 2019. № 12. С. 54-60.

4. Иванов А.Ю., Матросова Е.П. Техногенная грифонная активность в северо-западной части Черного моря по данным съемок из космоса // Экология и промышленность России. 2019. № 8. С. 57-63.

5. Симонова Ю.В., Станичный С.В., Лемешко Е.М. Исследование краткосрочных повышений уровня моря в прибрежной зоне в районе Южного берега Крыма с использованием данных контактных и спутниковых наблюдений // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2020. Т. 17. № 4. С. 238-245.

6. Camera trapping reveals trends in forest duiker populations in African National Parks / Timothy G. O'Brien, Jorge Ahumada, Emmanuel Akampurila et al. // Remote Sensing in Ecology and Conservation. 2020. Vol. 6. Issue 2. PP. 168-180.

7. Engaging «the crowd» in remote sensing to learn about habitat affinity of the Weddell seal in Antarctica / Michelle A. LaRue, David G. Ainley, Jean Pennycook et al. // Remote Sensing in Ecology and Conservation. 2020. Vol. 6. Issue 1. P. 70-78.

8. A current affair: entanglement of humpback whales in coastal shark-control nets / Jessica A. Bolin, David S. Schoeman, Carme Pizà-Roca et al. // Remote Sensing in Ecology and Conservation. 2020. Vol. 6. Issue 2. P. 119-128.

9. Parched pines: a quantitative comparison of two multi-year droughts and associated mass mortalities of bishop pine (*Pinus muricata*) on Santa Cruz Island, California / Annalise Taylor, Tanushree Biswas, John M. Randall et al. // Remote Sensing in Ecology and Conservation. 2020. Vol. 6. Issue 1. P. 20-34.

10. Drones as a tool to monitor human impacts and vegetation changes in parks and protected areas / Francisco Javier Ancin-Murguzur, Lorena Munoz, Christopher Monz et al. // Remote Sensing in Ecology and Conservation. 2020. Vol. 6. Issue 1. P. 105-113.

11. Invasive buffelgrass detection using high-resolution satellite and UAV imagery on Google Earth Engine / Kaitlyn Elkind, Temuulen T. Sankey, Seth M. Munson et al. // Remote Sensing in Ecology and Conservation. 2019. Vol. 5. Issue 4. P. 318-331.

12. Estimates of landscape composition from terrestrial oblique photographs suggest homogenization of Rocky Mountain landscapes over the last century / Julie A. Fortin, Jason T. Fisher, Jeanine M. Rhemtulla et al. // Remote Sensing in Ecology and Conservation. 2019. Vol. 5. Issue 3. P. 224-236.

13. Самый подробный глобус. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.google.com/earth/> (дата обращения: 15.05.2021).

Original Paper

ECOLOGY

UDC 622.271(571.51):550.814 © I.V. Zenkov, Trinh Le Hung, Yu.A. Anishenko, N.N. Kazanskaya, V.N. Vokin, E.V. Kiryushina, A.A. Latynceev, T.A. Veretenova, 2021
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2021, № 6, pp. 54-57
DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-6-54-57>

Title

REMOTE SENSING IN STUDYING THE REFORESTATION RESULTS AT ROCK DUMPS OF COAL MINES IN THE KRASNOYARSK TERRITORY

Authors

Zenkov I.V.^{1,2}, Trinh Le Hung³, Anishenko Yu.A.², Kazanskaya N.N.⁴, Vokin V.N.¹, Kiryushina E.V.¹, Latynceev A.A.¹, Veretenova T.A.¹

¹ Siberian Federal University, Krasnoyarsk, 660041, Russian Federation

² Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation

³ Le Quy Don Technical University (LQDTU), Hanoi, 11355, Vietnam

⁴ ITMO University, Saint-Petersburg, 197101, Russian Federation

Authors Information

Zenkov I.V., Doctor of Engineering Sciences, Professor, e-mail: zenkoviv@mail.ru

Trinh Le Hung, PhD (Engineering), Associate Professor

Anishenko Yu.A., PhD (Economic), Associate Professor

Kazanskaya N.N., PhD (Economic), Associate Professor

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

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

Latyncev A.A., PhD (Engineering), Associate Professor

Veretenova T.A., Associate Professor

Abstract

The paper presents the results of remote monitoring of changes in the rock dump areas where forest reclamation was performed by coal mining companies of the Krasnoyarsk Territory over a 45-year period. The analysis of the data revealed an upward trend of the studied indicator. The leaders in reforestation are coal pits operators of the Borodinsky, Berezovsky and Nazarovsky fields.

Keywords

Remote sensing, Reforestation, Krasnoyarsk Territory, Coal pits, Rock dumps, Forest reclamation, Remote monitoring.

References

1. Krutskikh N.V. Assessment of nature transformation in themining influence zone by earth remote sensing data. *Gornyi Zhurnal*, 2019, (3), pp. 89-93. (In Russ.).
2. Legostaeva Y.B., Ksenofontova M.I. & Popov V.F. Geoecologic situation at site of drainage brine utilization during development of primary deposits in Yakutia. *Eurasian Mining*, 2019, (1), pp. 43-48.
3. Kucheyko A.A., Ivanov A.Yu., Grigoriev N.S. et al. Sewage effluents in the Black Sea coastal zone: observation and remote monitoring from the outer space. *Ekologiya i promyshlennost' Rossii*, 2019, (12), pp. 54-60. (In Russ.).
4. Ivanov A.Yu. & Matrosova E.R. Technogenically provoked seepage activity in the northwestern part of the Black Sea according to data from space. *Ekologiya i promyshlennost' Rossii*, 2019, (8), pp. 57-63. (In Russ.).
5. Simonova Yu.V., Stanichny S.V. & Lemesko E.M. Study of short-term rises of the sea level in the coastal zone near the Southern coast of Crimea using data from contact and satellite observations. *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2020, Vol. 17, (4), pp. 238-245. (In Russ.).
6. Timothy G. O'Brien, Jorge Ahumada, Emmanuel Akampurila et al. Camera trapping reveals trends in forest duiker populations in African National Parks.

Remote Sensing in Ecology and Conservation, 2020, Vol. 6, Issue 2, pp. 168-180.

7. Michelle A. LaRue, David G. Ainley, Jean Pennycook et al. Engaging "the crowd" in remote sensing to learn about habitat affinity of the Weddell seal in Antarctica. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*, 2020, Vol. 6, Issue 1, pp. 70-78.

8. Jessica A. Bolin, David S. Schoeman, Carme Pizà-Roca et al. A current affair: entanglement of humpback whales in coastal shark-control nets. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*, 2020, Vol. 6, Issue 2, pp. 119-128.

9. Annalise Taylor, Tanushree Biswas, John M. Randall et al. Parched pines: a quantitative comparison of two multi-year droughts and associated mass mortalities of bishop pine (*Pinus muricata*) on Santa Cruz Island, California. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*, 2020, Vol. 6, Issue 1, pp. 20-34.

10. Francisco Javier Ancin-Murguzur, Lorena Munoz, Christopher Monz et al. Drones as a tool to monitor human impacts and vegetation changes in parks and protected areas. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*, 2020, Vol. 6, Issue 1, pp. 105-113.

11. Kaitlyn Elkind, Temuulen T. Sankey, Seth M. Munson et al. Invasive buf-felgrass detection using high-resolution satellite and UAV imagery on Google Earth Engine. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*, 2019, Vol. 5, Issue 4, pp. 318-331.

12. Julie A. Fortin, Jason T. Fisher, Jeanine M. Rhemtulla et al. Estimates of landscape composition from terrestrial oblique photographs suggest homogenization of Rocky Mountain landscapes over the last century. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*, 2019, Vol. 5, Issue 3, pp. 224-236.

13. Google Earth. [Electronic resource]. Available at: <https://www.google.com/earth/> (accessed 15.05.2021).

Acknowledgements

The study was performed within the framework of international cooperation in expanding the use of remote sensing technologies.

For citation

Zenkov I.V., Trinh Le Hung, Anishenko Yu.A., Kazanskaya N.N., Vokin V.N., Kiryushina E.V., Latyncev A.A. & Veretenova T.A. Remote sensing in studying the reforestation results at rock dumps of coal mines in the Krasnoyarsk Territory. *Ugol*, 2021, (6), pp. 54-57. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2021-6-54-57.

Paper info

Received January 22, 2021

Reviewed April 10, 2021