

# Исследование динамики работ по лесной рекультивации на угольных разрезах в Иркутской области с использованием результатов дистанционного зондирования\*

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-9-51-54>

В статье представлено исследование динамики производства работ по лесной рекультивации на породных отвалах, отсыпанных в ходе добычи угля открытым способом на территории Иркутской области. По данным дистанционного зондирования за 35-летний период установлена позитивная динамика в проведении лесной рекультивации. Весь объем работ по лесовосстановительной экологии выполнен на породных отвалах, отсыпанных в ходе открытой разработки Черемховского, Азейского, Мугунского и Жеронского угольных месторождений.

**Ключевые слова:** дистанционное зондирование, лесовосстановительная экология, Иркутская область, угольные карьеры, породные отвалы, лесная рекультивация, дистанционный мониторинг.

**Для цитирования:** Исследование динамики работ по лесной рекультивации на угольных разрезах в Иркутской области с использованием результатов дистанционного зондирования / И.В. Зеньков, Чинь Ле Хунг, И.А. Ганиева и др. // Уголь. 2021. № 9. С. 51-54. DOI: 10.18796/0041-5790-2021-9-51-54.

## ВВЕДЕНИЕ

Развитие восточных территорий бывшего СССР предполагало становление экономики, создание новых производств, в том числе потребляющих бурые и каменные угли. В начале 1920-х годов в Иркутской области было положено начало разработке Черемховского месторождения каменного угля. Более масштабная разработка угольных месторождений на территории области началась во второй половине 1940-х годов. Восстановление земель, нарушенных в ходе разработки открытым способом месторождений угля, в регионе проводилось в основном по одному направлению – лесовосстановление (лесная рекультивация) на породных отвалах угольных карьеров.

С середины XX в. во всем мире начинаются работы по исследованию экологии в регионах с добычей твердых полезных ископаемых, в том числе и на территориях, где производится добыча угля открытым способом. Интерес

\* Исследование проведено в рамках международного сотрудничества в области расширения сферы использования технологий дистанционного зондирования Земли и восстановительной экологии.

## 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  
Технического университета им. Ле Куи Дон,  
000084, г. Ханой, Вьетнам

## ГАНИЕВА И.А.

Доктор экон. наук, главный научный сотрудник  
Федерального научного центра аграрной экономики  
и развития сельских территорий,  
123007, г. Москва, Россия

## ЛУКЬЯНОВА А.А.

Доктор экон. наук, профессор,  
проректор по образовательной деятельности  
Сибирского государственного университета  
науки и технологий им. академика М.Ф. Решетнёва,  
660037, г. Красноярск, Россия

## АНИЩЕНКО Ю.А.

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

к повышению экологизации горного производства всегда находится на достаточно высоком уровне и со временем не снижается. Результаты исследования экологии горного производства, полученные как в ходе проведения полевых экспедиций, так и в ходе дистанционного мониторинга на разных континентах, кратко представлены в обзоре [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9].

**АКТУАЛЬНОСТЬ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Добыча угля производится в регионе более 100 лет (в небольших объемах уголь добывали здесь в XIX в.). Из них на протяжении именно последних 50 лет производилась масштабная разработка угольных месторождений открытым способом, после чего угледобывающие предприятия обязаны проводить восстановление экологического баланса в ходе реализации природоохранных мероприятий. В этой связи исследование результатов этих видов работ является актуальным. Такие исследовательские работы на больших площадях, в кратчайшие сроки и с большой достоверностью выполняются с использованием информационных ресурсов дистанционного зондирования Земли.

**РЕЗУЛЬТАТЫ ДИСТАНЦИОННОГО МОНИТОРИНГА ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ ПО ЛЕСНОЙ РЕКУЛЬТИВАЦИИ**

По данным дистанционного мониторинга и аналитических расчетов, на территории региона работают 11 угольных карьеров с производственной мощностью в широком диапазоне от 150 тыс. т до 6 млн т в год [10]. Основной объем бурого и каменного угля добывают на четырех месторождениях: Мугунском, Азейском, Черемховском и Жеронском, лицензии на разработку которых принадлежат угледобывающей компании «Востсибуголь». Разработка Мугунского месторождения открытым способом началась в 1990 г., а Жеронского – в 1994 г., после чего, спустя 13 лет (в 2007 г.) началась его масштабная разработка. Отметим, что мощность угольных пластов при горизонтальном залегании на месторождениях в Иркутской области редко достигает 10-12 м, поэтому при больших объемах добычи угля производится масштабное изъятие земель под нужды угольных разрезов.

По данным спутниковой съемки установлено, что работы по лесной рекультивации земель проведены на территории породных отвалов, отсыпанных в ходе открытой разработки этих месторождений. На территории области имеются два отработанных карьера по добыче угля, где рекультивация земель не проводилась. Эти карьеры общей площадью 220 га находятся в 57 км на запад от г. Ангарска [10]. Также в ходе дистанционного мониторинга выявлены результаты

производства работ по сельскохозяйственной рекультивации. На породных отвалах Азейского и Черемховского месторождений имеются небольшие по площади участки, используемые фермерскими хозяйствами в качестве сеенокосных угодий.

Территории, на которых разрабатывают месторождения угля, в основном представлены лесостепной зоной с преобладанием берез с небольшим включением сосны. На севере области, где разрабатывают Жеронское месторождение угля, территории представлены таежными лесами. Основой этих лесов являются ель, пихта, кедр, лиственница с примесью осины и березы.

На предварительном этапе были выделены временные этапы, в рамках которых угольные разрезы проводили работы по лесной рекультивации. Впервые в Иркутской области работы по лесной рекультивации выполнялись в период с 1986 по 1988 г. Фрагмент космоснимка с изображением хорошо развитого соснового бора на породных отвалах, отсыпанных в ходе разработки Черемховского угольного месторождения, представлен на *рисунке*. Высота взрослых деревьев составляет 12-14 м. Высота саженцев сосны в пятилетнем возрасте на породных отвалах, отсыпанных при разработке Жеронского месторождения, составляет 0,8-1,2 м (*см. рисунок*). Площади участков с лесной рекультивацией для этого и других месторождений представлены в *таблице*.

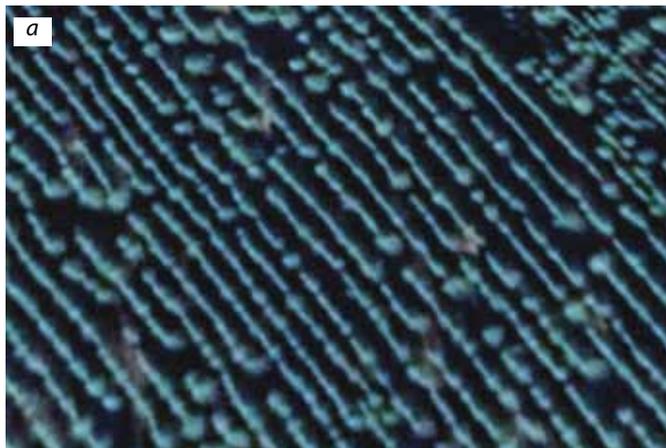
Далее, с 1991 по 1993 г. на породных отвалах двух угольных разрезов были высажены сосны на участках общей площадью более 240 га. Деревья высажены на породных отвалах, отсыпанных при разработке Черемховского и Азейского месторождений угля. Взрослые сосны и пятилетние саженцы сосны с разницей в 28 лет фрагментарно представлены на *рисунке*. Расстояние между рядами высаживаемых деревьев составляет 4 м.

В период с 2000 по 2002 г. на отработанных участках Черемховского и Азейского месторождений угледобывающими предприятиями были продолжены работы по лесной рекультивации с высадкой саженцев сосны. С 2005 по 2006 г. проведены работы по лесовосстановлению на породных отвалах угольного разреза на Мугунском месторождении. С 2009 г. работы по лесной рекультивации начали проводиться на всех месторождениях угля, разрабатываемых предприятиями угледобывающей компании «Востсибуголь». В период с 2009 по 2017 г. суммарная площадь нарушенных земель, на которых проведена лесная рекультивация, была увеличена на 533,8 га.

По данным дистанционного мониторинга и аналитических расчетов, выявлены тренды в увеличении площади

**Изменение площади участков породных отвалов с результатами лесной рекультивации на угольных разрезах Иркутской области**

Наименование	Изменение площади породных отвалов с лесной рекультивацией по периодам производства работ по лесовосстановлению, га						Итого, га
	1986-1988 гг.	1991-1993 гг.	2000-2002 гг.	2005-2006 гг.	2009-2010 гг.	2013-2017 гг.	
Азейское месторождение угля	-	102	212	90	211	110	725
Черемховское месторождение угля	70	130	4	-	12	82	298
Мугунское месторождение угля	-	-	-	21	42	36,5	99,5
Жеронское месторождение угля	-	-	-	-	9,8	30,5	40,3
Изменение площади, га	70	232	216	111	274,8	259	1162,8
Площадь нарастающим итогом, га	70	302	518	629	903,8	1162,8	1162,8



Фрагменты космоснимков с хвойными деревьями на породных отвалах (лесная рекультивация):  
 а – на отработанном участке Черемховского месторождения (лесопосадки 1989 г.);  
 б – на отработанном участке Жеронского месторождения (лесопосадки 2017 г.)

расширения горных отвалов на угольных месторождениях и в увеличении площади участков с лесной рекультивацией. Сопоставление этих трендов позволяет выявить значительную разницу в темпах систематического отставания работ по лесной рекультивации от изъятия природных ландшафтов под нужды добывающих предприятий в ходе разработки участков месторождений угля.

В период с 2013 по 2017 г. работы по лесной рекультивации были проведены на породных отвалах, отсыпанных при разработке четырех месторождений (см. таблицу). В настоящее время сформированный хвойный древостой, появившийся на породных отвалах в результате лесной рекультивации не позднее 2010 г., практически неотличим от сосновых боров, находящихся в естественном природном состоянии.

Площадь лесной рекультивации в период до 1990 г. составила 70 га, в то время как за период с начала 1990-х годов выполнены работы по лесовосстановлению на участках породных отвалов общей площадью 1092,8 га. Ситуация с проведением работ по лесной рекультивации в

период начиная с начала 1990-х годов кардинально изменилась с переходом прав собственности основных активов угольных разрезов.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На территории Иркутской области с использованием современных информационных ресурсов дистанционного зондирования на отработанных открытым способом участках месторождений угля выявлены породные отвалы, на которых в период с 1989 по 2015 г. проводились работы по лесной рекультивации. Вся лесная рекультивация в объеме 100% проведена угольными разрезами, работающими на четырех месторождениях. К настоящему времени общая площадь хорошо развитого соснового леса на породных отвалах составляет 903,8 га. Молодые хвойные деревца на участках породных отвалов общей площадью 259 га находятся в стадии роста.

**Список литературы – см. References.**

Original Paper

UDC 622.882(571.53):550.814 © I.V. Zenkov, Trinh Le Hung, I.A. Ganieva, A.A. Lukyanova, Yu.A. Anischenko, V.N. Vokin, E.V. Kiryushina, A.A. Latyncey, T.A. Veretenova, 2021  
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2021, № 9, pp. 51-54  
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-9-51-54>

### Title

**A STUDY OF THE FOREST RECLAMATION DYNAMICS AT OPEN-PIT COAL MINES IN THE IRKUTSK REGION USING REMOTE SENSING DATA**

### Authors

Zenkov I.V.<sup>1,2</sup>, Trinh Le Hung<sup>3</sup>, Ganieva I.A.<sup>4</sup>, Lukyanova A.A.<sup>2</sup>, Anischenko Yu.A.<sup>2</sup>, Vokin V.N.<sup>1</sup>, Kiryushina E.V.<sup>1</sup>, Latyncey A.A.<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

<sup>3</sup> Le Quy Don Technical University (LQDTU), Hanoi, 11355, Vietnam

<sup>4</sup> Federal Research Center of Agrarian Economy and Social Development of Rural Areas, Moscow, 123007, Russian Federation

### Authors Information

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

**Trinh Le Hung**, PhD (Engineering), Associate Professor

**Ganieva I.A.**, Doctor of Economic Sciences, Chief Scientific Officer

**Lukyanova A.A.**, Doctor of Economic Sciences, Professor,  
 Vice-rector for Educational Activities

**Anischenko Yu.A.**, PhD (Economic), Associate Professor

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

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

**Latyncey A.A.**, PhD (Engineering), Associate Professor

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

### Abstract

The paper presents a study of the forest reclamation dynamics of the waste dumps that were created during surface coal mining on the terri-

ECOLOGY

tory of the Irkutsk region. Based on remote sensing data collected over a 35-year period, a positive dynamics has been established in execution of the forest reclamation. The entire scope of reforestation activities was performed on the waste dumps accumulated as the result of open-pit mining of Cheremkhovsky, Azeysky, Mugunsky and Zheronsky coal deposits.

#### Keywords

Remote sensing, Reforestation, Irkutsk region, Coal open-pit mines, Waste dumps, Forest reclamation, Remote monitoring.

#### References

1. 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.
2. Zenkov I.V., Vokin V.N., Kiryushina E.V. et al. Remote monitoring data on opencast mining and disturbed land ecology in the bakal iron ore field. *Eurasian mining*, 2018, (2), pp. 29-33.
3. Zenkov I.V., Morin A.S., Vokin V.N. et al. Justification of disturbed land reclamation after open pit mining of kimberlite pipes in the Republic of Sakha (Yakutia). *Eurasian mining*, 2020, (1), pp. 65-69.
4. Amalsh Dhar, Philip G. Comeau, Robert Vassov. Effects of cover soil stockpiling on plant community development following reclamation of oil sands sites in Alberta. *Restoration Ecology*, 2019, Vol. 27(2), pp. 352-360.
5. Stephen A.J. Bell. Translocation of threatened terrestrial orchids into non-mined and post-mined lands in the Hunter Valley of New South Wales, Australia. *Restoration Ecology*, 2020, Vol. 28(6), pp. 1396-1407.
6. Fuqiang Zhao, Yue Ma, Fengming Xi et al. Evaluating the sustainability of mine rehabilitation programs in China. *Restoration Ecology*, 2020, Vol. 28(5), pp. 1061-1066.

7. H. Li, M. Xie, H. Wang et al. Spatial Heterogeneity of Vegetation Response to Mining Activities in Resource Regions of Northwestern China. *Remote Sens*, 2020, Vol. 12, pp. 3247.

8. T. Martín-Crespo, D. Gómez-Ortiz, S. Martín-Velázquez et al. Abandoned Mine Tailings Affecting Riverbed Sediments in the Cartagena-La Union District, Mediterranean Coastal Area (Spain). *Remote Sens*, 2020, Vol. 12, pp. 2042.

9. F. Santos-Francés, A. Martínez-Graña, P. Alonso Rojo et al. Geochemical Background and Baseline Values Determination and Spatial Distribution of Heavy Metal Pollution in Soils of the Andes Mountain Range (Cajamarca-Huancavelica, Peru). *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2017, Vol. 14, pp. 859.

10. Google Earth. [Electronic resource]. Available at: <https://www.google.com/earth/> (accessed 15.08.2021).

#### 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, Ganieva I.A., Lukyanova A.A., Anischenko Yu.A., Vokin V.N., Kiryushina E.V., Latyncev A.A. & Veretenova T.A. A study of the forest reclamation dynamics at open-pit coal mines in the Irkutsk region using remote sensing data. *Ugol*, 2021, (9), pp. 51-54. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2021-9-51-54.

#### Paper info

Received May 24, 2021

Reviewed August 3, 2021

Accepted August 17, 2021