

Исследование технологических показателей карьеров по добыче угля в штате Новый Южный Уэльс с использованием ресурсов дистанционного мониторинга Земли из космоса*

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-7-89-92>

В статье приводятся результаты оценки технологического потенциала и возможности по добыче угля угольных карьеров в штате Новый Южный Уэльс в Австралии. По космическим снимкам установлены технологические показатели угольных разрезов, применяемое горнотранспортное оборудование, элементы систем разработки угольных месторождений. Сделан вывод о том, что эффект от масштаба производства позволяет держать объем добычи угля на уровне 150 млн т в год.

Ключевые слова: дистанционное зондирование Земли, Австралия, штат Новый Южный Уэльс, карьеры по добыче угля, технологический потенциал, горнотранспортное оборудование, системы разработки месторождений, эффект от масштаба производства.

Для цитирования: Исследование технологических показателей карьеров по добыче угля в штате Новый Южный Уэльс с использованием ресурсов дистанционного мониторинга Земли из космоса / И.В. Зеньков, Чинь Ле Хунг, Ю.П. Юронен и др. // Уголь. 2023. № 7. С. 89-92. DOI: 10.18796/0041-5790-2023-7-89-92.

ВВЕДЕНИЕ

В последние два десятилетия Австралия уверенно входит в десятку лидеров-стран в мировом угледобывающем секторе. Анализ информации на спутниковых снимках за период с 1985 г. высвечивает увеличение в разы количества карьеров по добыче угля в двух основных угледобывающих штатах Квинсленд и Новый Южный Уэльс. На наш взгляд, в условиях отсутствия адекватной информации о состоянии открытой угледобычи на австралийском континенте необходимо провести де-

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

ЗЕНЬКОВ И.В.,

доктор техн. наук, профессор Сибирского государственного университета науки и технологий им. академика М.Ф. Решетнёва, заместитель директора по научной работе Сибирского научно-исследовательского института горного и маркшейдерского дела, 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

ЮРОНЕН Ю.П.,

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

КОНДРАШОВ П.М.,

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

РАЕВИЧ К.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

тальное исследование этого вида деятельности в штате Новый Южный Уэльс, который считается на материке вторым по объемам извлекаемого из недр угля. Такая информация необходима для прогнозирования мировой картины добычи угля в мировом недропользовании. Для исследования выбран участок территории этого штата площадью 1650 км², на территории которого производится масштабная разработка угольных месторождений открытым способом. Как известно, проводить исследования на больших по площади территориях можно эффективно с использованием ресурсов спутниковой съемки, о чем свидетельствуют решенные задачи в выполненном кратком обзоре научных публикаций [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8].

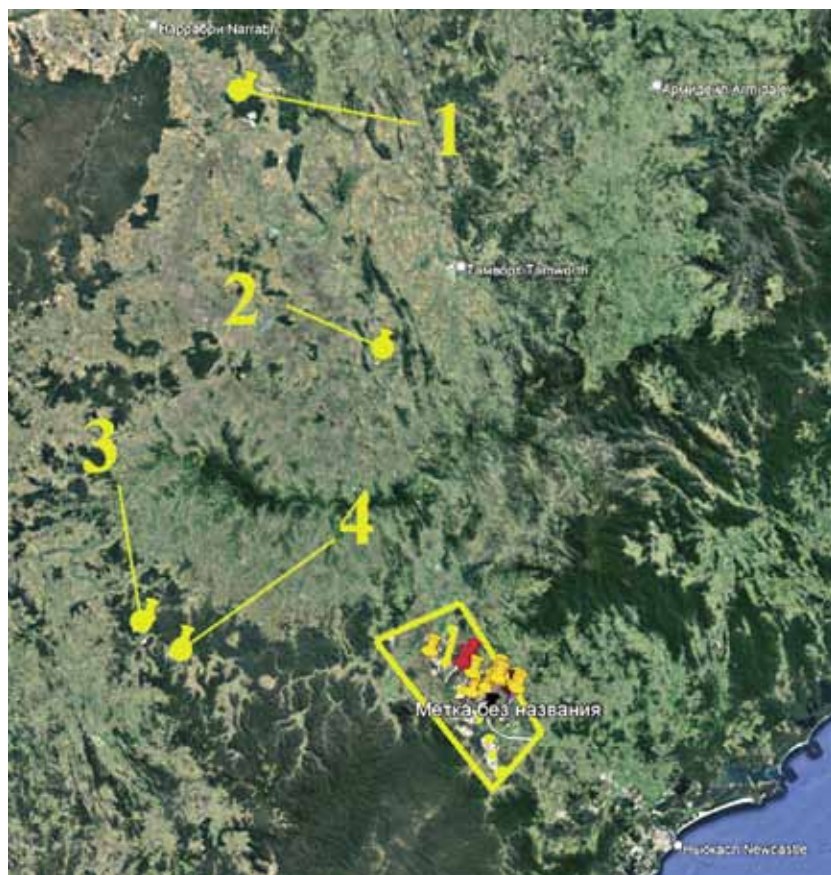
ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГОРНОТРАНСПОРТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ В КАРЬЕРАХ ПО ДОБЫЧЕ УГЛЯ

По нашей предварительной оценке, сделанной на основе информационных ресурсов дистанционного зондирования Земли из космоса, в австралийском штате Новый Южный Уэльс работают более 30 карьеров по добыче угля [9]. Территория штата с максимальной концентрацией горнодобывающих предприятий обведена линией желтого цвета (см. рисунок).

В выделенном секторе работают 20 карьеров с общей протяженностью фронта горных работ 44630 м. Протяженность длинной и короткой осей сектора составляет 60 и 28 км соответственно. Точками с нумерацией с 1 по 4 отмечены места расположения одиннадцати карьеров. Расстояние по прямой между точками 1 и 2, 2 и 3(4) составляет 103 и 126 км соответственно.

В точке 1 работают три карьера с суммарной длиной горных работ 9300 м. В точке 2 работает один карьер с длиной рабочего борта 750 м. В точках 3 и 4 работают в общей совокупности семь карьеров с общей протяженностью горных работ 8950 м. Всего в исследуемой местности в 1985 г. уголь добывали в 11 карьерах. По результатам спутниковой съемки установлено, что с 1985 г. было введено в эксплуатацию 40 карьеров, и в 20 карьерах горные работы завершены [9]. В основном это карьеры с небольшими запасами угля, о чем свидетельствуют размеры выемок и породных отвалов.

По данным спутниковой съемки, горно-геологическое строение месторождений угля характеризуется экономически благоприятными показателями. Количество пластов угля варьирует от 2 до 4. Углы залегания пластов в угленосной толще находятся в диапазоне от нуля до 8°. Суммарная мощность покрывающих верхний пласт вскрышных пород и породных междупластий, разделяющих угольные пласты, находится в диапазоне 40-90 м. Количество вскрышных уступов в среднем составляет 2-4. Угольные пласты имеют суммарную мощность до 30 м. Залегание пластов в основном слабонаклонное с углами залегания пластов 4-6°. Значительная протяженность пластов вдоль их выходов под наносы рыхлых горных пород четвертич-



Фрагмент космоснимка с выделением мест добычи угля открытым способом в штате Новый Южный Уэльс (Австралия)

A fragment of a satellite image indicating surface coal mining sites in New South Wales (Australia)

ного возраста позволяет строить карьеры с разрезными траншеями до 7,5 км.

Весь объем горных пород (вскрышные породы и уголь) подлежит обязательному рыхлению с применением буровзрывного способа. Исключение составляет небольшой объем рыхлых горных пород четвертичного возраста, которые снимаются и складываются мощными бульдозерами во временные насыпи. Далее эти горные породы загружаются экскаваторами в автосамосвалы и транспортируют на отвалы. Взрывные скважины бурят по диагональной сетке с размерами не более 6×7 м. Выемочные панели имеют размеры 150×500 м. Объем горной массы после взрывания одной такой панели составляет 1,5 млн куб. м.

На перевалке надугольной вскрышной толщи в выработанное пространство в карьерах с протяженностью фронта горных работ более 1,0 км работают мощные драглайны с вместимостью ковша 100 куб. м и длиной стрелы 100 м. Ширину заходок драглайнов выбирают в диапазоне 70-80 м.

Вскрышные уступы, за исключением надугольного уступа, отрабатывают мехлопатами или гидравлическими экскаваторами с объемом ковша 12-50 куб. м с погрузкой в автосамосвалы грузоподъемностью до 360 т. Внутрикарьерные породные перемычки с целью сокращения расстояния перевозки вскрышных пород на внутренние отвалы отсыпают весьма редко. Вскрышные породы транспортируют на внутренние отвалы в основном по въездным траншеям. В карьерах наблюдается выделение выемочных блоков при длине верхнего вскрышного уступа более 1,9 км.

Добычные работы производят аналогичным оборудованием с транспортировкой угля до обогатительных фабрик и поверхностных стационарных складов с углепогрузочными терминалами. При этом в структуре экскаваторно-автомобильных комплексов отмечаются уменьшение вместимости ковша экскаваторов и снижение грузоподъемности карьерных автосамосвалов относительно комплексов, задействованных на вскрышных работах.

После переработки уголь размещают на стационарных складах, из которых он по конвейерам направляется в накопительные емкости в виде силосов диаметром 17-18 м и высотой до 50 м. Из них уголь отгружают в железнодорожные составы, в которых он транспортируется до морского порта Ньюкасл на побережье Тихого океана. Объем угольных накопителей составляет 5000-5500 куб. м, что отвечает объему железнодорожного состава из 70-80 вагонов грузоподъемностью 100 т каждый. При средней мощности угольных пластов 20 м и годовом продвижении фронта горных работ 100 м объем добычи угля на всех разрабатываемых месторождениях составляет 95 млн т. При 2- и 3-кратном увеличении темпов продвижения горных работ, составляющем 200 и 300 м, соответственно объем добычи может находиться на уровне 190 и 285 млн т в год. В этом случае необходима проверка этого показателя по технологическим возможностям горнотранспортного оборудования.

В составе горнотранспортного оборудования, работающего в карьерах по добыче угля в этом штате, находятся 98 буровых станков, семь драглайнов с вместимостью

ковша 100 куб. м и длиной стрелы 100 м. На выемке горных пород установлено 134 гидравлических экскаватора типа «прямая» и «обратная лопата» с вместимостью ковша от 12 до 42 куб. м, а также шесть гусеничных экскаваторов с канатным приводом рабочего оборудования и вместимостью ковша 45 куб. м. Вывозка горной массы из забоев производится 764 автосамосвалами грузоподъемностью в широком диапазоне – 160-360 т.

Отметим особое положительное отношение к экологии со стороны угледобывающих корпораций в этом штате. Собственники карьеров по добыче угля профинансировали работы по пересадке 3030 диких орхидей, произрастающих в долине реки Хантер, которая протекает по территории с интенсивным масштабным ведением открытых горных работ и отсыпкой породных отвалов [10, 11].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам дистанционного зондирования Земли определены состав горнотранспортного оборудования, работающего в угольных карьерах в штате Новый Южный Уэльс, технологический объем вскрышных работ и объем добычи угля. По нашей оценке, добыча угля в карьерах на территории этого штата характеризуется средними коэффициентами вскрыши в диапазоне 4-8 т/т. Исходя из стабильного мирового спроса на коксующийся и энергетический уголь со стороны развивающихся стран Юго-Восточной Азии, с одной стороны, а с другой, согласно выявленным темпам продвижения фронта горных работ во всех карьерах в последние годы объем добываемого угля в штате Новый Южный Уэльс держится на уровне 120 млн т. В целом по данным дистанционного мониторинга в последние два десятилетия на территории штата Новый Южный Уэльс наблюдается понижающийся тренд в объемах добычи угля открытым способом.

Список литературы

1. Пономаренко М.Р., Кутепов Ю.И., Шабаров А.Н. Информационно-аналитическое обеспечение мониторинга состояния объектов открытых горных работ на базе технологий веб-картографии // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2022. № 8. С. 56–70.
2. Унифицированная технология дистанционного мониторинга природных и антропогенных объектов / А.М. Константинова, И.В. Балашов, А.В. Кашницкий и др. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2021. № 4. С. 41-52.
3. Разработка системы анализа состояния окружающей среды в зонах расположения крупных промышленных объектов, хвостохранилищ и отвалов / Е.А. Лупян, А.М. Константинова, И.В. Балашов и др. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2020. Т. 17. № 7. С. 243–261.
4. Zenkov I.V., Le Hung T., Vokin V.N. et al. Space-based Applications of Remote Sensing in Studying Opencast Mining and Ecology at Deposits of Non-ferrous Metal Ore // Ecology and Industry of Russia. 2022. Vol. 26. Is. 1. P 24-29.
5. Adero N.J., Drebenstedt C., Prokofeva E.N., Vostrikov A.V. Spatial data and technologies for geomonitoring of land use under aspect of mineral resource sector development // Eurasian mining. 2020. No. 1. P. 69-74.

6. Ritesh Mujawdiya, Chatterjee R.S., Dheeraj Kumar. MODIS land surface temperature time series decomposition for detecting and characterizing temporal intensity variations of coal fire induced thermal anomalies in Jharia coalfield, India // *Geocarto International*. 2020. DOI: 10.1080/10106049.2020.1818853.
7. Narendra Singh, Chatterjee R.S., Dheeraj Kumar et al. Retrieval of precise land surface temperature from ASTER night-time thermal infrared data by split window algorithm for improved coal fire detection in Jharia Coalfield, India // *Geocarto International*. 2020. DOI: 10.1080/10106049.2020.1753820.
8. López-Vinielles J., Fernández-Merodo J.A., Ezquerro P. et al. Combining Satellite InSAR, Slope Units and Finite Element Modeling for Stability Analysis in Mining Waste Disposal Area // *Remote Sens*. 2021; 13(10):2008.
9. Google Earth. [Electronic resource]. Available at: <https://www.google.com.earth/> (accessed 15.06.2023).
10. Bell Stephen A.J. 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. Is. 6. P. 1396-1407.
11. Bell Stephen A.J. Successful recruitment following translocation of a threatened terrestrial orchid (*Diuris tricolor*) into mining rehabilitation in the Hunter Valley of NSW // *Ecological Management and Restoration*. 2021. Vol. 22. Is. 2. P. 204-207.

ABROAD

Original Paper

UDC 622.271(73):550.814 © I.V. Zenkov, Trinh Le Hung, Yu.P. Yuronen, V.N. Vokin, E.V. Kiryushina, P.M. Kondrashov, K.V. Raevich, A.A. Latyntsev, 2023
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2023, № 7, pp. 89-92
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-6-89-92>

Title
A STUDY INTO TECHNOLOGICAL INDICATORS OF SURFACE COAL MINES IN THE NEW SOUTH WALES USING EARTH'S REMOTE SENSING DATA

Authors

Zenkov I.V.^{1,2}, Trinh Le Hung³, Yuronen Yu.P.¹, Vokin V.N.⁴, Kiryushina E.V.⁴, Kondrashov P.M.⁴, Raevich K.V.⁴, Latyntsev A.A.⁴

¹ Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation

² Siberian Research Institute of Mining and Surveying, Krasnoyarsk, 660064, Russian Federation

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

⁴ Siberian Federal University, Krasnoyarsk, 660041, Russian Federation

Authors Information

Zenkov I.V., Doctor of Engineering Sciences, Professor, Deputy Director for Scientific Work, e-mail: zenkoviv@mail.ru

Trinh Le Hung, PhD (Engineering), Associate Professor

Yuronen Yu.P., PhD (Economic), Associate Professor

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

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

Kondrashov P.M., PhD (Engineering), Professor

Raevich K.V., PhD (Engineering), Associate Professor

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

Abstract

This paper presents the results of assessing the technological potential and mining capacity of surface coal mines in New South Wales, Australia. Technological indicators of coal mines, mining and transport equipment used, as well as elements of coal mining systems, are identified using the satellite imaging data. A conclusion is made that the economy of scale allows to keep the level of coal production at 150 mtpa.

Keywords

Earth remote sensing, Australia, New South Wales, Surface coal mines, Technological capacity, Mining and transport equipment, Mining systems, Economy of scale.

References

1. Ponomarenko M.R., Kutepov Yu.I. & Shabarov A.N. Information and analytical support for monitoring the condition of surface mining facilities based on web-mapping technologies. *Gornyy informatsionno-analiticheskij byulleten'*, 2022, (8), pp. 56-70. (In Russ.).
2. Konstantinova A.M., Balashov I.V., Kashnitsky A.V. et al. Unified technology for remote monitoring of natural and man-made sites. *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2021, (4), pp. 41-52. (In Russ.).
3. Lupyan E.A., Konstantinova A.M., Balashov I.V. et al. Designing an environmental analysis system in the areas of large-scale industrial facilities, tailings and waste dumps. *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2020, Vol. 17, (7), pp. 243-261. (In Russ.).
4. Zenkov I.V., Le Hung T., Vokin V.N. et al. Space-based Applications of Remote Sensing in Studying Open-pit Mining and Ecology at Deposits of Non-ferrous Metal Ore. *Ecology and Industry of Russia*, 2022, Vol. 26, (1), pp. 24-29.

5. Adero N.J., Drebenstedt C., Prokofeva E.N. & Vostrikov A.V. Spatial data and technologies for geomonitoring of land use under aspect of mineral resource sector development. *Eurasian mining*, 2020, (1), pp. 69-74.

6. Ritesh Mujawdiya, Chatterjee R.S. & Dheeraj Kumar. MODIS land surface temperature time series decomposition for detecting and characterizing temporal intensity variations of coal fire induced thermal anomalies in Jharia coalfield, India. *Geocarto International*, 2020. DOI: 10.1080/10106049.2020.1818853.

7. Narendra Singh, Chatterjee R.S., Dheeraj Kumar et al. Retrieval of precise land surface temperature from ASTER night-time thermal infrared data by split window algorithm for improved coal fire detection in Jharia Coalfield, India. *Geocarto International*, 2020. DOI: 10.1080/10106049.2020.1753820.

8. López-Vinielles J., Fernández-Merodo J.A., Ezquerro P. et al. Combining Satellite InSAR, Slope Units and Finite Element Modeling for Stability Analysis in Mining Waste Disposal Area. *Remote Sens*, 2021; 13(10):2008.

9. Google Earth. [Electronic resource]. Available at: <https://www.google.com.earth/> (accessed 15.06.2023).

10. Bell Stephen A.J. 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.

11. Bell Stephen A.J. Successful recruitment following translocation of a threatened terrestrial orchid (*Diuris tricolor*) into mining rehabilitation in the Hunter Valley of NSW. *Ecological Management and Restoration*, 2021, Vol. 22, (2), pp. 204-207.

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, Yuronen Yu.P., Vokin V.N., Kiryushina E.V., Kondrashov P.M., Raevich K.V. & Latyntsev A.A. A study into technological indicators of surface coal mines in the New South Wales using Earth's remote sensing data. *Ugol'*, 2023, (7), pp. 89-92. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2023-7-89-92.

Paper info

Received May 3, 2023

Reviewed June 10, 2023

Accepted June 26, 2023