

Исследование динамики работы топливно-энергетического комплекса в штате Южная Австралия с использованием данных спутниковой съемки*

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-10-109-112>

В статье представлены результаты исследования динамики работы предприятий топливно-энергетического комплекса в штате Южная Австралия. По данным дистанционного мониторинга Земли из космоса выявлены место работы карьера по добыче угля и его технологические показатели, применяемое горнотранспортное оборудование, элементы систем разработки месторождения угля. Установлен период закрытия карьера по добыче угля и двух тепловых электростанций, работа которых была основана на сжигании угля.

Ключевые слова: дистанционное зондирование Земли, штат Южная Австралия, карьер по добыче угля, технологический потенциал, горнотранспортное оборудование, тепловые электростанции, угольная генерация электроэнергии, топливно-энергетический комплекс.

Для цитирования: Исследование динамики работы топливно-энергетического комплекса в штате Южная Австралия с использованием данных спутниковой съемки / И.В. Зеньков, Чинь Ле Хунг, Е.М. Сычева и др. // Уголь. 2023. № 10. С. 109-112. DOI: 10.18796/0041-5790-2023-10-109-112.

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы Австралия сокращает добычу угля для собственных тепловых электростанций, а также закрывает предприятия по выработке электроэнергии на основе сжигания угля. Для исследования динамики выбытия добывающих и генерирующих мощностей в австралийском топливно-энергетическом комплексе выбран штат Южная Австралия, где с 1950-х годов добывали уголь открытым способом и работали тепловые электростанции. Изучение географии размещения предприятий мирового топливно-энергетического комплекса предполагает исследование территорий с открытыми горными работами на месторождениях угля и динамики выработки электрической энергии на основе сжигания угля, которое на очередном этапе нашей работы было выполнено в границах штата Южная Австралия с привлечением результатов дистанционного зондирования. Аналогичные исследования проводят ученые-практики, работающие в широком спектре наук о земле и использующие аналогичный информационный ресурс [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10].

ЗЕНЬКОВ И.В.

Доктор техн. наук, профессор, 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 Куй Дон, 11355, г. Ханой, Вьетнам

СЫЧЕВА Е.М.

Старший преподаватель 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

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

КИРЮШИНА Е.В.

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

ЧЕРЕПАНОВ Е.В.

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

ГЕРАСИМОВА Е.И.

Старший преподаватель
Сибирского федерального университета,
660041, г. Красноярск, Россия

ШТРЕСЛЕР К.А.

Старший преподаватель
Сибирского федерального университета,
660041, г. Красноярск, Россия

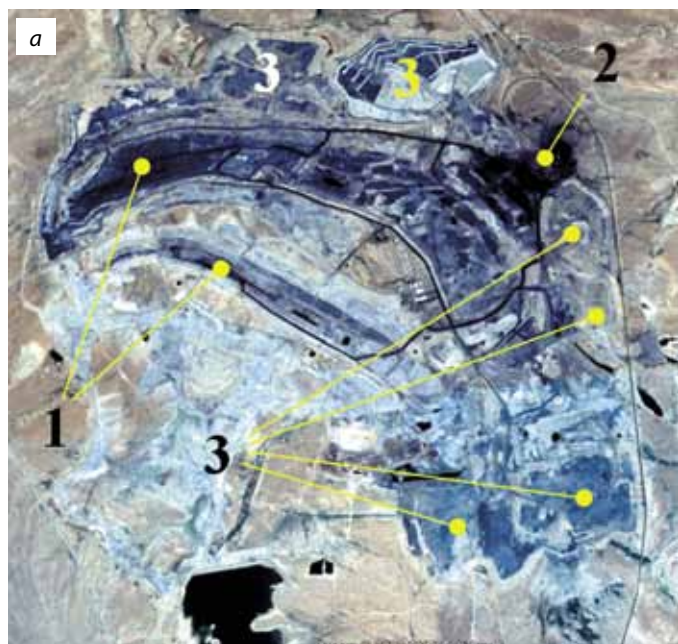
НОВОЖЕНИН С.Ю.

Канд. техн. наук, доцент
Санкт-Петербургского горного
университета императрицы Екатерины II,
199106, г. Санкт-Петербург, Россия,

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА С УГОЛЬНОЙ ГЕНЕРАЦИЕЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ШТАТЕ ЮЖНАЯ АВСТРАЛИЯ

Освоение территории Австралии исторически связано с промышленным развитием и, в частности, горно-металлургическим комплексом. На юго-востоке континента в секторе, ограниченном линией, условно проведенной в 290 км от береговой линии залива Спенсер в штате Южная Австралия, длительное время работают крупные карьеры по добыче железной руды, золота, серебра, полиметаллических руд и т.п., обогатительные фабрики, а также сталелитейный, свинцовый заводы и др. Как известно, предприятия горно-металлургического профиля в своей деятельности потребляют большое количество электроэнергии. Поэтому в начале 1950-х годов на северо-востоке залива Спенсер была построена тепловая электростанция, работающая на привозном угле. Уголь добывали в двух карьерах, расположенных на север в 233 и 235 км от г. Порт-Огаста. Весь объем угля транспортировали до тепловой электростанции по железной дороге [11].

В начале 1970-х годов запасы угля в карьерах были отработаны, и открытые горные работы были перенесены на угленасыщенный участок, находящийся южнее закрытых карьеров. К началу ввода мощностей по добыче угля на этом участке промышленная площадка действующей электростанции была расширена, поскольку было начато строительство еще одной электростанции. Установленная мощность турбин, по нашей оценке, составляла 250 МВт. С началом ввода ее в эксплуатацию в середине 1970-х годов работающая электростанция была остановлена. В начале 2000-х гг. в 600 м юго-восточнее действующей станции было начато строительство еще одной электростанции мощностью 300 МВт. На полную мощность станция начала работать в 2004 г.



Фрагмент космоснимка (11.2015 г.) с выделением: а – карьера по добыче угля, породных отвалов и стационарного склада угля; б – промышленной площадки тепловых электростанций и инфраструктурных объектов ТЭК в штате Южная Австралия; 1 – участки добычных работ в карьере; 2 – прикарьерный стационарный склад угля; 3 – внешние породные отвалы; 4 – действующая тепловая электростанция; 5 – закрытая электростанция; 6 – стационарный расходный склад угля; 7 – хранилище золошлаковых материалов

A fragment of a satellite image (as of November 2015) highlighting: a – the coal mining pit, rock dumps and stationary coal storage; б – an industrial site of thermal power plants and infrastructure facilities of the fuel and energy complex in the state of South Australia; 1 – production sites within the pit; 2 – near-pit stationary coal storage; 3 – external rock dumps; 4 – operating thermal power plant; 5 – decommissioned power plant; 6 – stationary active coal storage; 7 – storage of ash and slag materials

Для обеспечения электростанций углем был вовлечен в открытую разработку третий участок месторождения. По данным спутниковой съемки, на угленасыщенном участке месторождения бурых углей на выходах пластов под наносы построены два карьера, каждый с собственной сетью вскрывающих выработок. Горно-геологическое строение этого участка месторождения угля характеризовалось экономически благоприятными показателями. Угленосная толща состояла из двух пластов, мощностью не менее 30 м каждый. Углы залегания пластов в толще покрывающих пород находились в диапазоне 3-5°. Мощность вскрывших пород, покрывающих угольные пласты, не превышала 50 м. Количество вскрывших уступов – 2-4. Протяженность пластов вдоль их выходов под наносы рыхлых горных пород четвертичного возраста позволила построить карьеры с разрезными траншеями 5 и 8,5 км. Разрезные траншеи находились на расстоянии от 1,0 до 1,5 км друг от друга [11].

Основные и инфраструктурные объекты топливно-энергетического комплекса, обеспечивающие добычу угля и угольную генерацию электроэнергии, обозначены цифрами на *рисунке*.

Площадь земель, нарушенных открытыми горными работами в ходе разработки трех участков месторождения угля, составляет 4020 га. Расстояние транспортировки угля от прикарьерного склада до расходного склада на промышленной площадке тепловых электростанций составляло 260 км. Географическая высота разработки месторождения угля – +200 м над уровнем моря, а тепловые электростанции находятся на берегу залива на отметке +6 м. При таком взаиморасположении предприятий ТЭК поезда, груженные углем, двигались под уклон. Железная дорога имеет один путь. На всем протяжении трассы обустроены развязки с 4-6 запасными путями [11].

Выемка всего объема горных пород (вскрышные породы и уголь) в карьере производилась без предварительного рыхления. На перевалке надугольной вскрышной толщи в выработанное пространство на участке карьера протяженностью фронта горных работ 1,5 км работал драглайн с вместимостью ковша 15 куб. м и длиной стрелы 70 м. Ширина заходок драглайна принималась 60 м. Драглайн был задействован на западном фланге карьера. Протяженность фронта вскрышных работ с применением бестранспортной технологии равна 1,5 км.

Вскрышные уступы, за исключением надугольного уступа, обрабатывали гидравлическими экскаваторами с вместимостью ковша 16-20 куб. м с погрузкой в автосамосвалы грузоподъемностью 220 т. Объем вскрышных пород, не менее 70% от общего объема, размещали на внешних отвалах севернее, восточнее и южнее карьеров. Оставшийся объем транспортировали на внутренние отвалы. Вскрывающие выработки находились в основном на флангах карьеров.

Добычные работы производили аналогичным оборудованием с транспортировкой угля до поверхностного стационарного склада с углепогрузочным терминалом. Протяженность фронта добычных работ – 3,5 и 6,5 км. Среднее расстояние транспортировки угля автотранспортом из карьеров до склада – 3,6 и 6,2 км. Из складов уголь отгружали в железнодорожные составы из 170 вагонов

грузоподъемностью 100 т каждый и трех магистральных тепловозов. На прикарьерном складе угля для его отгрузки на тепловые станции постоянно находился объем не менее 100000 т. В составе горнотранспортного оборудования, работающего в карьере по добыче угля в этом штате, в период завершения горных работ (2014-2016 гг.) находился один драглайн с вместимостью ковша 15 куб. м и длиной стрелы 70 м. На выемке горных пород использовались пять гидравлических экскаваторов типа «прямая» и «обратная лопата» с вместимостью ковша 16-20 куб. м. Вывозка горной массы из забоев производилась 14 автосамосвалами грузоподъемностью 220 т [11].

В границах исследуемой территории по данным спутниковой съемки выявлено крайне негативное отношение к восстановительной экологии со стороны угледобывающей компании. В поверхностный слой породных отвалов уложены вскрышные породы совместно с некондиционным углем от зачистки угольных пластов. Дешифрирование космоснимков показывает, что в тропическом климате спустя 7-10 лет на поверхности отвалов едва формируются признаки растительного покрова в виде разрозненных участков.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам дистанционного мониторинга Земли из космоса определены состав горнотранспортного оборудования, работающего в карьере по добыче угля в штате Южная Австралия до 2017 г., технологический объем вскрышных работ и объем добычи угля на уровне 12 и 4,5 млн т соответственно. С использованием этих же информационных ресурсов выявлен период закрытия трех предприятий топливно-энергетического комплекса – карьера по добыче угля и двух электростанций с 2017 по 2018 г. Также установлено отсутствие работ по восстановительной экологии на территории горнопромышленного ландшафта, сформированного при разработке месторождения угля. Позитивным считаем результаты рекультивации двух золошлаковых накопителей, находящихся на территории промышленных площадок тепловых электростанций.

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. Пичугин Е.А., Шенфельд Б.Е. Использование данных дистанционного зондирования земли при экологической оценке объектов негативного воздействия на окружающую среду I и II категорий // Экология и промышленность России. 2022. № 10. С. 40-44.
3. Озарян Ю.А., Бубнова М.Б., Усиков В.И. Методика дистанционного мониторинга природно-технических систем (в условиях горнопромышленных территорий юга Дальнего Востока России) // Горный журнал. 2020, № 2. С. 84-87.
4. Исследование результатов работ по лесовосстановительной экологии на породных отвалах угольных карьеров в регионах Ангаро-Енисейской Сибири / И.В. Зеньков, Чинь Л.Х., Ю.А. Анищенко и др. // Экология и промышленность России. 2022. № 10. С. 45-51.

5. Assessment of Ecological Cumulative Effect due to Mining Disturbance Using Google Earth Engine / W. Yang, Y. Mu, W. Zhang et al. // Remote Sensing. 2022. No 14. 4381.
6. Object-Oriented Open-Pit Mine Mapping Using Gaofen-2 Satellite Image and Convolutional Neural Network, for the Yuzhou City, China / T. Chen, N. Hu, R. Niu et al. // Remote Sensing. 2020. No 12. 3895.
7. Classification of Heterogeneous Mining Areas Based on ResCapsNet and Gaofen-5 Imagery / R. Guan, Z. Li, T. Li et al. // Remote Sensing. 2022. No 14. 3216.
8. Land cover changes in open-cast mining complexes based on high-resolution remote sensing data / F.S. Nascimento, M. Gastauer, P.W.M. Souza-Filho et al. // Remote Sensing. 2020. No 12. 611.
9. Moon J., Lee H. Analysis of Activity in an Open-Pit Mine by Using InSAR Coherence-Based Normalized Difference Activity Index // Remote Sensing. 2021. No 13. 1861.
10. Monitoring Mining Activities Using Sentinel-1A InSAR Coherence in Open-Pit Coal Mines / L. Wang, L. Yang, W. Wang et al. // Remote Sensing. 2021. No 13. 4485.
11. Google Earth. [Electronic resource]. Available at: <https://www.google.com.earth/> (accessed 15.09.2023).

ABROAD

Original Paper

UDC 622.271(73):550.814 © I.V. Zenkov, Trinh Le Hung, E.M. Sycheva, V.N., Vokin, E.V. Kiryushina, E.V. Cherepanov, E.I. Gerasimova, K.A. Shtresler, S.Yu. Novozhenin 2023
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2023, № 10, pp. 109-112
DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-10-109-112>

Title

A STUDY OF THE OPERATIONAL DYNAMICS OF THE FUEL AND ENERGY COMPLEX IN THE STATE OF SOUTH AUSTRALIA USING SATELLITE IMAGING DATA

Authors

Zenkov I.V.^{1,2}, Trinh Le Hung³, Sycheva E.M.,¹ Vokin V.N.⁴, Kiryushina E.V.⁴, Cherepanov E.V.⁴, Gerasimova E.I.⁴, Shtresler K.A.⁴, Novozhenin S.Yu.⁵

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

⁵ Saint Petersburg Mining University, Saint Petersburg, 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

Sycheva E.M., Senior Lecturer

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

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

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

Gerasimova E.I., Senior Lecturer

Shtresler K.A., Senior Lecturer

Novozhenin S.Yu., PhD (Engineering), Associate Professor

Abstract

The paper presents the results of studying the dynamics of the fuel and energy complex enterprises in the State of South Australia. Based on the data of space monitoring of the Earth, the location of a open-pit coal mine was determined, as well as its technological indicators, utilized mining transportation equipment, and elements of the coal mining method. The closure period of the open-pit coal mine and two thermal power plants, which operation is based on coal firing, has been established.

Keywords

Earth remote sensing, State of South Australia, Open-pit coal mine, Technological potential, Mining transportation equipment, Thermal power plants, Coal-fired power generation, Fuel and energy complex.

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. *Gornyj informacionno-analiticheskij byulleten'*, 2022, (8), pp. 56-70. (In Russ.).
2. Pichugin E.A. & Shenfeld B.E. The use of Earth remote sensing data in the environmental assessment of objects that have a negative impact on the environment, Impact Category I and II. *Ekologiya i promyshlennost' Rossii*, 2022, (10), pp. 40-44. (In Russ.).
3. Ozaryan Yu.A., Bubnova M.B. & Usikov V.I. Methodology of remote monitoring of natural and technological systems (in conditions of mining areas in the south of the Russian Far East). *Gornyj zhurnal*, 2020, (2), pp. 84-87. (In Russ.).

4. Zenkov I.V., Chin L.H., Anishchenko Yu.A. et al. Study of work product on reforestation on rock dumps of coal open-cuts in the area of Angara-Yenisei Siberia. *Ekologiya i promyshlennost' Rossii*, 2022, (10), pp. 45-51. (In Russ.).

5. Yang W., Mu Y., Zhang W. et al. Assessment of Ecological Cumulative Effect due to Mining Disturbance Using Google Earth Engine. *Remote Sensing*. 2022. 14(17). 4381.

6. Chen T., Hu N., Niu R. et al. Object-Oriented Open-Pit Mine Mapping Using Gaofen-2 Satellite Image and Convolutional Neural Network, for the Yuzhou City, China. *Remote Sens.* 2020. 12(23). 3895.

7. Guan R., Li Z., Li T., Li X., Yang J., Chen W. Classification of Heterogeneous Mining Areas Based on ResCapsNet and Gaofen-5 Imagery. *Remote Sensing*. 2022. 14(13). 3216.

8. Nascimento F.S., Gastauer M., Souza-Filho P.W.M. et al. Land cover changes in open-cast mining complexes based on high-resolution remote sensing data. *Remote Sens.* 2020. 12(4). 611.

9. Moon J., Lee H. Analysis of Activity in an Open-Pit Mine by Using InSAR Coherence-Based Normalized Difference Activity Index. *Remote Sens.* 2021. 13(9). 1861.

10. Wang L., Yang L., Wang W. et al. Monitoring Mining Activities Using Sentinel-1A InSAR Coherence in Open-Pit Coal Mines. *Remote Sensing*. 2021. 13(21). 4485.

11. Google Earth. [Electronic resource]. Available at: <https://www.google.com.earth/> (accessed 15.09.2023).

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, Sycheva E.M., Vokin V.N., Kiryushina E.V., Cherepanov E.V., Gerasimova E.I., Shtresler K.A. & Novozhenin S.Yu. A study of the operational dynamics of the fuel and energy complex in the State of South Australia using satellite imaging data. *Ugol'*, 2023, (10), pp. 109-112. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2023-10-109-112.

Paper info

Received July 5, 2023

Reviewed September 14, 2023

Accepted September 26, 2023