

# Объекты угольной генерации электроэнергии в горнопромышленном районе на юго-западе штата Западная Австралия по данным спутниковой съемки\*

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2022-12-94-97>

## **ЗЕНЬКОВ И.В.**

Доктор техн. наук, профессор  
Сибирского федерального университета,  
профессор Сибирского государственного университета  
науки и технологий им. академика М.Ф. Решетнева,  
научный консультант  
Некоммерческого партнерства  
«Экологический центр рационального  
освоения природных ресурсов»,  
660041, 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

## **САФРОНОВ М.В.**

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

## **КАРАЧЁВА Г.А.**

Старший преподаватель  
Сибирского государственного университета науки  
и технологий им. академика М.Ф. Решетнева,  
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

## **ВЕРЕТЕНОВА Т.А.**

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

В статье представлены результаты исследования состояния объектов топливно-энергетического комплекса с угольной генерацией электроэнергии на юго-западе штата Западная Австралия. В ходе дистанционного мониторинга и аналитических расчетов выявлено количество горных и транспортных машин, работающих в карьерах по добыче угля, а также определен суммарный годовой объем экскавации вскрышных пород и угля. Исследованы направления транспортировки угля до промышленных предприятий, потребляющих этот вид ископаемого топлива.

**Ключевые слова:** Западная Австралия, месторождения угля, угольные карьеры, тепловые угольные станции, угольная генерация электроэнергии, горные и транспортные машины, дистанционное зондирование Земли.

**Для цитирования:** Объекты угольной генерации электроэнергии в горнопромышленном районе на юго-западе штата Западная Австралия по данным спутниковой съемки / И.В. Зеньков, Чинь Ле Хунг, М.В. Сафронов и др. // Уголь. 2022. № 12. С. 94-97. DOI: 10.18796/0041-5790-2022-12-94-97.

## **ВВЕДЕНИЕ**

Угольная генерация по-прежнему имеет большой удельный вес в структуре производимой электроэнергии. Использование ветрогенераторов и солнечных батарей в развитых промышленных районах, каким является юго-запад штата Западная Австралия, не решает проблемы электроснабжения таких объектов, как предприятия минерально-сырьевого сектора экономики. По данным дистанционного мониторинга, в этом районе в последние десятилетия отмечен рост количества крупных промышленных предприятий. Как известно, изучение эконо-

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

мической географии и основ мировой экономики всегда было связано с изучением размещения производительных сил в мировом формате, важнейшей частью которых является топливно-энергетический комплекс. Наша научно-практическая школа занимается исследованиями широкого спектра показателей российских и зарубежных предприятий горной промышленности с использованием спутниковых снимков: технологии разработки месторождений, размещение горных и транспортных машин, логистика, экология. С появлением технологий дистанционного зондирования Земли из космоса спектр исследований значительно расширился, о чем свидетельствуют работы российских и зарубежных исследователей [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8].

### **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ РАЗМЕЩЕНИЯ ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ И ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ И ОБЪЕКТОВ УГОЛЬНОЙ ГЕНЕРАЦИИ**

Концентрация промышленных объектов по данным спутниковой съемки прослежена в полосе с размерами 100×300 км вдоль юго-западного побережья Австралии [9]. Здесь находятся масштабные залежи бокситов практически на поверхности, одно из крупнейших месторождений золота и меди, а также уникальное по составу месторождение редкометалльных пегматитов. Исторически в последние полвека промышленное развитие в этом районе сопровождается добычей угля открытым способом. В исследуемом секторе развита сеть железных и автомобильных дорог с выходом к морским портам.

В настоящее время открытые горные работы производят на трех угленасыщенных участках месторождения каменного угля восточнее г. Колли. По снимкам из космоса установлено, что два-три угольных пласта общей мощностью до 30 м залегают горизонтально или с небольшим углом залегания в пределах 3-5°. Толща горных пород, покрывающих угольные пласты, состоит из двух слоев. Верхний слой рыхлых отложений из горных пород четвертичного возраста, представленных глинами, суглинками, песками и др., имеет мощность до 20 м. Между этим слоем и верхним угольным пластом находятся крепкие песчаники мощностью до 30 м, перед выемкой которых необходимо их рыхление с использованием буровзрывного способа.

Добыча угля производится в трех карьерах [9]. Система разработки участков – однобортная транспортная с размещением вскрышных пород как во внешних отвалах, так и в выработанном пространстве карьеров. Взрывные скважины бурят по диагональной и квадратной сетке с размерами от 6×7 до 9×9 м. Суммарная протяженность фронта добычных работ составляет 5500 м. Выемка угольного пласта гидравлическими экскаваторами производится блоками. В одном карьере из четырех в настоящее время горные работы остановлены. Расстояние транспортировки угля из карьеров до двух стационарных углепогрузочных складов – не более 6 км, а вскрышных пород на отвалы – не более 2 км. В карьерах работает следующий парк горнотранспортного оборудования: восемь буровых станков, 14 гидравлических экскаваторов с вместимостью ковша 26 куб. м и 42 карьерных автосамосвала грузоподъемностью 240-320 т. По нашей оценке, технологически и тех-

#### **МАГЛИНЕЦ Ю.А.**

*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*

#### **ЛУНЕВ А.С.**

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



Фрагмент космоснимка с объектами угольной генерации электроэнергии в штате Западная Австралия

нически возможный суммарный годовой объем добычи угля в карьерах на исследуемой территории штата Западная Австралия составляет 10 млн т. Годовой объем вскрышных работ выполняется в объеме не менее 35 млн т.

Вскрышные работы на двух верхних уступах в одном из карьеров обведены кольцом желтого цвета (см. рисунок).

В этом же карьере с небольшим отставанием от разности бортов производят выемку угля. Фрагмент добычных работ обведен на снимке из космоса кольцом черного цвета. Уголь в автосамосвалах вывозят на поверхностный стационарный угольный склад (в прямоугольнике желтого цвета). В конструкции склада предусмотрены бункеры, через которые уголь подают на конвейеры. Здесь же производится усреднение качества угля. Направление движения угля по двум конвейерам до расходных складов тепловых станций показано стрелками. Погрузка угля производится при прохождении железнодорожного состава вдоль склада.

Две тепловые станции, работающие на основе сжигания угля, на рисунке обведены кольцами оранжевого цвета. В структуре исследуемого топливно-энергетического комплекса работает еще одна тепловая станция, находящаяся на расстоянии 12 км на юго-восток. Всего на трех тепловых станциях установлено десять энергоблоков, общая мощность которых, по нашей оценке, составляет 1500 МВт.

Уголь для потребителей отгружают в железнодорожные составы из одного двухсекционного магистрального тепловоза и 30 вагонов. Общая масса угля в составе – 3000 т. Одновременная погрузка составов может производиться на двух территориально рассредоточенных складах, оборудованных накопительными емкостями силосного типа. Железнодорожный путь, уложенный вдоль силосных башен, имеет в плане форму петли, что обеспечивает непрерывную подачу поездов под погрузку и их сквозное движение [9]. Все это способствует наивысшей произво-

дительности погрузочно-транспортных работ и достижению максимальных логистических показателей железнодорожного транспорта.

По данным спутниковой съемки кроме тепловых станций установлено еще одно направление использования угля в технологиях переработки минерального сырья. Уголь на исследуемой территории используют на цементном заводе с производительностью 5 млн т по выпуску цемента и на четырех крупных обогатительных фабриках по переработке бокситов. Крупными потребителями электроэнергии являются горно-обогатительные комбинаты на месторождении редкоземельных элементов (Гринбушес) и на месторождении золота и меди (Боддингтон) [9].

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование информации, полученной по данным спутниковой съемки, позволило изучить объекты угольной генерации электроэнергии на территории промышленной зоны на юго-западе штата Западная Австралия. По нашей оценке, для обеспечения стабильной работы предприятий минерально-сырьевого комплекса здесь работают три тепловые станции и четыре карьера по добыче угля. Суммарный объем добычи угля, исходя из технологий производства горных работ и производительности горной техники, находится на уровне 10 млн т в год. При этом необходимо обеспечить объем вскрышных работ на уровне 35 млн т.

### Список литературы

1. 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.
2. Крамаров С.О., Митясова О.Ю., Храмов В.В. Спутниковая идентификация объектов земной поверхности с использованием неортогонального описания исходных данных // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2021. № 4. С. 154–166.
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. № 7. С. 243–261.
4. Особенности разработки регионального водного индекса для мониторинга воздействия изливов кислых шахтных вод на речные системы / Д.М. Ермаков, А.Д. Деменев, О.Ю. Мещерякова и др. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2021. № 6. С. 222-237.
5. Space-based Applications of Remote Sensing in Studying Opencast Mining and Ecology at Deposits of Non-ferrous Metal Ore / I.V. Zenkov, Le Hung T., V.N. Vokin et al. // Ecology and Industry of Russia. 2022. Vol. 26, Is. 1, P. 24-29.
6. Monitoring and Evaluating Restoration Vegetation Status in Mine Region Using Remote Sensing Data: Case Study in Inner Mongolia,

- China / W. Wang, R. Liu, F. Gan et al. // *Remote Sens.* 2021. No 13. 1350.
7. Coupling Relationship Analysis of Gold Content Using Gaofen-5 (GF-5) Satellite Hyperspectral Remote Sensing Data: A Potential Method in Chahuazhai Gold Mining Area, Qiubei County, SW China / Y. Qin, X. Zhang, Z. Zhao et al. // *Remote Sens.* 2022. No 14. 109.
  8. Deep convolutional neural networks for surface coal mines determination from sentinel-2 images / L. Madhuanand, P. Sadavarte, A.J.H. Visschedijk et al. // *European Journal of Remote Sensing.* 2021. Vol. 54. Is. 1. P. 296-309.
  9. Google Earth. [Electronic resource]. Available at: <https://www.google.com.earth/> (accessed 15.11.2022).

## ABROAD

## Original Paper

UDC 622.271(73):550.814 © I.V. Zenkov, Trinh Le Hung, M.V. Safronov, G.A. Karacheva, V.N. Vokin, E.V. Kiryushina, T.A. Veretenova, Yu.A. Maglinets, K.V. Raevich, A.A. Latyntsev, A.S. Lunev, 2022  
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2022, № 12, pp. 94-97  
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2022-12-94-97>

## Title

**COAL-FIRED POWER GENERATION FACILITIES IN A MINING DISTRICT IN THE SOUTHWESTERN PART OF WESTERN AUSTRALIA BASED ON SATELLITE IMAGING DATA**

## Authors

Zenkov I.V.<sup>1,2,3</sup>, Trinh Le Hung<sup>4</sup>, Safronov M.V.<sup>2</sup>, Karacheva G.A.<sup>2</sup>, Vokin V.N.<sup>1</sup>, Kiryushina E.V.<sup>1</sup>, Veretenova T.A.<sup>1</sup>, Maglinets Yu.A.<sup>1</sup>, Raevich K.V.<sup>1</sup>, Latyntsev A.A.<sup>1</sup>, Lunev A.S.<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> Non-profit partnership «Ecological Center for Rational Development of Natural Resources», Krasnoyarsk, 660049, Russian Federation

<sup>4</sup> Le Quy Don Technical University (LQDTU), Hanoi, 11355, Vietnam

## Authors Information

**Zenkov I.V.**, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Scientific consultant, e-mail: [zenkoviv@mail.ru](mailto:zenkoviv@mail.ru)

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

**Safronov M.V.**, PhD (Economic), Associate Professor

**Karacheva G.A.**, Senior lecturer

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

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

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

**Maglinets Yu.A.**, PhD (Economic), Professor

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

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

**Lunev A.S.**, PhD (Engineering), Associate Professor

## Abstract

The article presents results of studying the current condition of the coal-fired facilities of the fuel and energy sector in the southwestern part of Western Australia. Remote sensing studies and analytical calculations revealed the number of mining and haulage machines working in the coal pits, as well as determined the total annual volume of overburden and coal extraction. Directions of coal transportation to industrial enterprises that consume this type of fossil fuel are investigated.

## Keywords

Western Australia, Coal deposits, Coal pits, Coal-fired thermal power plants, Coal-fired power generation, Mining and transport vehicles, Earth remote sensing.

## References

1. 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.)
2. Kramarov S.O., Mityasova O.Yu. & Khramov V.V. Satellite-based identification of land surface objects using non-orthogonal description of the initial data. *Gornyj informacionno-analiticheskij byulleten*, 2021, (4), pp. 154-166. (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 distancionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2020, (7), pp. 243-261. (In Russ.)

4. Yermakov D.M., Demenev A.D., Mescheriakova O.Yu. & Berezina O.A. Specific features in the development of a regional water index to monitor the impact of acid mine water effluents on the fluvial systems. *Sovremennye problemy distancionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2021, (6), pp. 222-237. (In Russ.)

5. 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, (1), pp. 24-29.

6. Wang W., Liu R., Gan F. et al. Monitoring and Evaluating Restoration Vegetation Status in Mine Region Using Remote Sensing Data: Case Study in Inner Mongolia, China. *Remote Sens*, 2021, (13), 1350.

7. Qin Y., Zhang X., Zhao Z. et al. Coupling Relationship Analysis of Gold Content Using Gaofen-5 (GF-5) Satellite Hyperspectral Remote Sensing Data: A Potential Method in Chahuazhai Gold Mining Area, Qiubei County, SW China. *Remote Sens*, 2022, (14), 109.

8. Madhuanand L., Sadavarte P., Visschedijk A.J.H. et al. Deep convolutional neural networks for surface coal mines determination from sentinel-2 images. *European Journal of Remote Sensing*, 2021, Vol. 54, (1), pp. 296-309.

9. Google Earth. [Electronic resource]. Available at: <https://www.google.com.earth/> (accessed 15.11.2022).

## 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, Safronov M.V., Karacheva G.A., Vokin V.N., Kiryushina E.V., Veretenova T.A., Maglinets Yu.A., Raevich K.V., Latyntsev A.A. & Lunev A.S. Coal-fired power generation facilities in a mining district in the southwestern part of Western Australia based on satellite imaging data. *Ugol'*, 2022, (12), pp. 94-97. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2022-12-94-97.

## Paper info

Received October 18, 2022

Reviewed October 31, 2022

Accepted November 25, 2022