

Угольная генерация электроэнергии в странах Юго-Восточной Азии по данным дистанционного зондирования Земли из космоса*

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2022-11-92-95>

ЗЕНЬКОВ И.В.

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

ЮРОНЕН Ю.П.

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

КАРАЧЁВА Г.И.

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

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 тепловых станций с угольной генерацией электрической энергии, полученные с использованием данных дистанционного зондирования. В ходе дистанционного мониторинга и аналитических расчетов выявлен производственный потенциал угледобывающей промышленности в странах Юго-Восточной Азии. Определены география размещения и количество тепловых электростанций, работающих на основе сжигания угля. По результатам аналитических расчетов определен суммарный производственный потенциал тепловых станций по выработке электроэнергии.

Ключевые слова: страны Юго-Восточной Азии, топливно-энергетический комплекс, угольные карьеры, тепловые электростанции, угольная генерация электроэнергии, объемы добычи и потребления угля, размещение производительных сил, дистанционное зондирование Земли.

Для цитирования: Угольная генерация электроэнергии в странах Юго-Восточной Азии по данным дистанционного зондирования Земли из космоса / И.В. Зеньков, Чинь Ле Хунг, Ю.П. Юронен и др. // Уголь. 2022. № 11. С. 92-95. DOI: 10.18796/0041-5790-2022-11-92-95.

ВВЕДЕНИЕ

В странах Юго-Восточной Азии к настоящему времени создан уникальный по масштабу промышленный потенциал. Развитие получили здесь такие энергоемкие отрасли как горнодобывающая, горноперерабатывающая, нефтедобывающая, металлургическая, машиностроительная, химическая, цементная и др. Кроме этого, в этих странах имеются масштабный агропромышленный комплекс и развитая транспортная инфраструктура (автомобильные и железные дороги) и др. По данным спутниковой съемки установлено, что только на небольшой части – в горной части в северных провинциях Республики Союз Мьянма, Таиланда и Лаоса отсутствуют признаки именно масштабной хозяйственной деятельности общества. На очередном этапе развития нашей школы с использованием результатов спутниковой съемки решена еще одна научно-прикладная задача по исследованию современного состо-

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

яния объектов топливно-энергетического комплекса и его производственного потенциала в странах Юго-Восточной Азии. Как известно, в каждой стране, входящей в этот макрорегион, имеются значительные по площади сейсмически активные горные территории. Данный природный фактор является основной причиной отказа от строительства гидроэлектростанций и атомных станций.

ГЕОГРАФИЯ РАЗМЕЩЕНИЯ УГОЛЬНЫХ КАРЬЕРОВ И ТЕПЛОВЫХ СТАНЦИЙ В СТРАНАХ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ АЗИИ

При выполнении научно-прикладных исследований размещения производительных сил мировой экономики мы широко пользуемся ресурсами дистанционного зондирования Земли из космоса. Аналогичные подходы к выполнению работ используют российские и зарубежные ученые [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8].

В своих исследованиях на рассматриваемой территории мы выделили две страны с масштабной добычей угля открытым способом (Индонезия и Вьетнам) и три страны с добычей угля в карьерах не более 15 млн т в год (в порядке убывания) – Таиланд, Республика Лаос и Республика Союз Мьянма [9]. В Индонезии ежегодно добывают не менее 600 млн т угля. Примерно 30% ископаемого топлива используют в собственной экономике – генерация электрической энергии, в химической и цементной промышленности, а 70% направляется на экспорт. Весь объем угля добывают на островах Суматра и Калимантан. На них уголь потребляют местные энергетические и цементные предприятия. Большой объем угля развозят в баржах «река – море» на острова, входящие в состав Индонезии, где он также потребляется энергетическими и цементными предприятиями. На острове Ява кроме энергетики уголь используют на предприятиях металлургической и химической промышленности. Во Вьетнаме масштабная добыча угля подземным и открытым способом (95% всей добычи угля в стране) сконцентрирована в провинции Куангнинь на северо-востоке. Годовой объем добычи угля здесь составляет 52 млн т. Несмотря на значительные объемы добычи угля, во Вьетнаме в национальной экономике имеется потребность в импорте угля. На территории Таиланда и Лаоса работает по одному карьере в каждой стране с годовой добычей угля 15 и 8 млн т в год соответственно (см. таблицу). В Республике Союз Мьянма (Бирма) уголь в объеме 1,2 млн т в год добывают в одном карьере. Этот уголь используют на тепловой электростанции и на цементном заводе. Также уголь добывают в малых карьерах в объеме 0,8 млн т в год. В этом макрорегионе уголь, добытый в малых карьерах, широко используют в производстве цемента.

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

Объемы добычи и потребления угля в странах Юго-Восточной Азии

Страна	Количество тепловых электростанций	Объем потребления угля*, млн т	Собственная добыча угля, млн т	Экспорт угля, млн т	Импорт угля, млн т
Индонезия	79	220	600	380	–
Таиланд	4	51	15	–	36
Вьетнам	29	65	55	5	15
Лаос	1	8	8	–	–
Малайзия	7	50	–	–	50
Филиппины	15	45	–	–	45
Камбоджа	2	6	–	–	6
Мьянма (Бирма)	2	4	4	–	–
Итого	139	449	682	385	152

* Объем потребления угля определен для предприятий энергетической, цементной и химической промышленности.

По данным спутниковой съемки в экономике Таиланда имеются многочисленные предприятия, использующие практически все марки угля. Поэтому потребность металлургических, цементных и химических заводов покрывается за счет импорта угля.

В трех странах (Малайзия, Филиппины и Камбоджа) уголь не добывают. Вместе с тем в хозяйственной деятельности на этих территориях уголь используют на тепловых электростанциях и цементных заводах.

ОЦЕНКА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПОТЕНЦИАЛА ПРЕДПРИЯТИЙ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА С УГОЛЬНОЙ ГЕНЕРАЦИЕЙ В ЮГО-ВОСТОЧНОЙ АЗИИ

Оценка производственного потенциала любого угледобывающего предприятия начинается с оценки горно-геологического строения месторождения, вовлекаемого в разработку. На территории Индонезии и Вьетнама горно-геологическое строение угольных месторождений практически повсеместно имеет благоприятные характеристики для открытой разработки: большая мощность угольных пластов как в вертикальном сечении, так и в горизонтальном срезе; линии выхода угольных пластов под наносы имеют значительную протяженность [9]. Все это делает возможным строительство и дальнейшую высокоэффективную работу мощных карьеров по добыче угля. На открытых горных работах и в логистике угольных потоков имеются такие технологические решения, присущие странам с теплым климатом и с развитой речной сетью, – перемещение горных пород (вскрышные породы и полезное ископаемое) в карьерах и за их пределами на расстояние до 27 км с использованием конвейерного транспорта. Также большие объемы угля транспортируют в баржах класса «река – море». Кроме этого большой объем угля добывается без рыхления горной массы с использованием буровзрывного способа. Все это и другое делает в этом макрорегионе высокопроизводительной добычу угля открытым способом [9].

По данным спутниковой съемки в угольных карьерах в добывающих странах Юго-Восточной Азии на бурении взрывных скважин работают 86 высокопроизводительных буровых станков. В состав экскаваторно-автомобильных комплексов входят: 21 мехлопата с вместимостью ковша 8-10 куб. м, 1611 гидравлических экскаваторов с вместимостью ковша до 24 куб. м, 4543 автсамосвала общего назначения грузоподъемностью 25-35 т, 2310 карьерных автосамосвалов грузоподъемностью 50-260 т; 189 шарнирно-сочлененных автосамосвалов повышенной проходимости с колесной формулой 6х6 грузоподъемностью 30 т. Небольшой объем вскрышных пород на месторождении угля в Республике Лаос разрабатывается двумя роторными экскаваторами (российский аналог ЭРГ-1600). На отвалообразовании в Таиланде и в Лаосе используют семь отвалообразователей производительностью 3000 т/ч каждый. На вспомогательных работах задействовано 983 мощных бульдозера [9].

По нашим расчетам, парк горнотранспортного оборудования может технически и технологически обеспечить объем добычи угля на уровне 682 млн т и объем вскрышных работ не менее 3,119 млрд т.

В диапазоне мощности от 2000 МВт и выше и объемом потребления угля не менее 10 млн т в год работают 14 электростанций. Эти станции в основном находятся вблизи густонаселенных районов с развитым промышленным потенциалом. Количество станций с суммарной мощностью от 1000 до 1999 МВт и объемом потребления угля на уровне 5-8 млн т в год составляет 17 ед. Тепловые станции с мощностью энергоблоков в широком диапазоне 200-990 МВт и объемом потребления угля 1-4 млн т в год в основном находятся вблизи береговой черты, исходя из логистических соображений – доставка угля на склады станций производится по морю. Общее потребление угля на тепловых станциях в этих странах составляет 450-460 млн т в год.

По данным спутниковой съемки, установленное количество энергоблоков на одной станции находится в широком диапазоне – от одного до десяти. На всех станциях способ удаления золы и шлака – «сухой», что предполагает дальнейшее использование этих инертных материалов в хозяйственной деятельности. Обзор космических снимков показывает положительную экологическую обстановку на территориях, прилегающих к промышленным площадкам энергетических объектов – тепловым станциям с полной утилизацией золошлаковых материалов [9].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По нашей оценке, в ближайшей перспективе в странах Юго-Восточной Азии с населением более 650 млн чел., имеющих развитый промышленный комплекс из нескольких тысяч энергоемких производственных предприятий, угольную генерацию электрической энергии, вырабатываемой на 139 тепловых станциях, в ближайшие годы весьма проблематично будет заменить на возобновляемые источники энергии. При масштабном отказе от угольной генерации электроэнергии без соответствующей замены на генерирующие мощности «зеленой энергетики» с весьма большой вероятностью начнутся процессы стагнации целых энергоемких отраслей с полной остановкой производственной деятельности. Поэтому перед принятием глобальных решений необходимо решить масштабную комплексную экономическую проблему, имеющую межотраслевой и межгосударственный характер, в первую очередь касающуюся занятости населения.

Список литературы

1. Особенности цветения цианобактерий в центральной части Азовского моря по спутниковым данным / Н.В. Василенко, А.В. Медведева, А.А. Алескерова и др. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2021. Т. 18. № 5. С. 166-180.
2. Раевский Б.В., Тарасенко В.В., Петров Н.В. Оценка современного состояния и динамики растительных сообществ Онежского полуострова по разновременным спутниковым снимкам Landsat // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2021. Т. 18. № 5. С. 145-155.
3. The real potential of current passive satellite data to map above-ground biomass in tropical forests / Nidhi Jha, Nitin Kumar Tripathi, Nicolas Barbier et al. // Remote Sensing in Ecology and Conservation. 2021. Vol. 7. Is. 3. P. 504-520.

4. Monitoring ash dieback (*Hymenoscyphus fraxineus*) in British forests using hyperspectral remote sensing / Aland H.Y. Chan, Chloe Barnes, Tom Swinfield et al. // *Remote Sensing in Ecology and Conservation*. 2021. Vol. 7. Is. 2. P. 306-320.
5. Mapping of Aluminum Concentration in Bauxite Mining Residues Using Sentinel-2 Imagery / S. Kasmaeeyazdi, E. Mandanici, E. Balomenos et al. // *Remote Sensing*. 2021. Vol. 13. 1517.
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 Sensing*. 2021. Vol. 13. 1350.
7. Monitoring Mining Activities Using Sentinel-1A InSAR Coherence in Open-Pit Coal Mines / L. Wang, L. Yang, W. Wang et al. // *Remote Sensing*. 2021. Vol. 13. 4485.
8. Evaluation of Ecological Stability in Semi-Arid Open-Pit Coal Mining Area Based on Structure and Function Coupling during 2002-2017 / X. Li, S. Lei, Y. Liu et al. // *Remote Sens*. 2021. Vol. 13. 5040.
9. Google Earth. [Electronic resource]. Available at: <https://www.google.com.earth/> (accessed 15.10.2022).

ABROAD

Original Paper

UDC 622.271(73):550.814 © I.V. Zenkov, Trinh Le Hung, Yu.P. Yuronen, G.I. 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, № 11, pp. 92-95
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2022-11-92-95>

Title

COAL-FIRED ELECTRIC POWER GENERATION IN SOUTHEAST ASIA BASED ON EARTH'S REMOTE SENSING DATA

Authors

Zenkov I.V.^{1,2,3}, Trinh Le Hung⁴, Yuronen Yu.P.³, Karacheva G.I.³, Vokin V.N.¹, Kiryushina E.V.¹, Veretenova T.A.¹, Maglinets Yu.A.¹, Raevich K.V.¹, Latyntsev A.A.¹, Lunev A.S.¹

¹ Siberian Federal University, Krasnoyarsk, 660041, Russian Federation

² Non-profit partnership «Ecological Center for Rational Development of Natural Resources»

³ Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation

⁴ 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

Trinh Le Hung, PhD (Engineering), Associate Professor

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

Karacheva G.I., Senior lecturer

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

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

Veretenova T.A., Associate Professor

Maglinets Yu.A., PhD (Engineering), 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 the results of studying the condition of coal-fired thermal power plants obtained using the remote sensing data. Remote monitoring and analytical calculations helped to reveal the production potential of the coal-mining industry in the Southeast Asia. The geographical location and the number of coal-fired thermal electric power plants have been determined. Based on the results of analytical calculations, the total production potential of thermal power plants for electricity generation has been estimated.

Keywords

Countries in the Southeast Asia, Fuel and energy complex, Coal open-pit mines, Thermal electric power plants, Coal-fired electric power generation, Coal mining and consumption volumes, Distribution of production operations, Earth's remote sensing.

References

1. Vasilenko N.V., Medvedeva A.V., Aleskerova A.A., Kubryakov A.A. & Stanichny S.V. Specific features of cyanobacteria blooms in the central part of the Sea of Azov based on satellite data. *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2021, Vol. 18, (5), pp. 166-180. (In Russ.).
2. Raevsky B.V., Tarasenko V.V. & Petrov N.V. Assessment of modern state and dynamics of plant communities of the Onega peninsula based on multi-temporal Landsat satellite images. *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2021, Vol. 18, (5), pp. 145-155. (In Russ.).

3. Nidhi Jha, Nitin Kumar Tripathi, Nicolas Barbier, Salvatore G.P. Viridis, Wirong Chanthorn, Gaëlle Viennois, Warren Y. Brockelman, Anuttara Nathalang, Sissades Tongshima, Nophea Sasaki, Raphaël Péliissier & Maxime Réjou-Méchain. The real potential of current passive satellite data to map aboveground biomass in tropical forests. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*, 2021, Vol. 7, (3), pp. 504-520.

4. Aland H. Y. Chan, Chloe Barnes, Tom Swinfield & David A. Coomes. Monitoring ash dieback (*Hymenoscyphus fraxineus*) in British forests using hyperspectral remote sensing. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*, 2021, Vol. 7, (2), pp. 306-320.

5. Kasmaeeyazdi S., Mandanici E., Balomenos E., Tinti F., Bonduà S. & Bruno R. Mapping of Aluminum Concentration in Bauxite Mining Residues Using Sentinel-2 Imagery. *Remote Sensing*, 2021, (13), 1517.

6. Wang W., Liu R., Gan F., Zhou P., Zhang X. & Ding L. Monitoring and Evaluating Restoration Vegetation Status in Mine Region Using Remote Sensing Data: Case Study in Inner Mongolia, China. *Remote Sensing*, 2021, (13), 1350.

7. Wang L., Yang L., Wang W., Chen B. & Sun X. Monitoring Mining Activities Using Sentinel-1A InSAR Coherence in Open-Pit Coal Mines. *Remote Sensing*, 2021, (13), 4485.

8. Li X., Lei S., Liu Y., Chen H., Zhao Y., Gong C., Bian Z. & Lu X. Evaluation of Ecological Stability in Semi-Arid Open-Pit Coal Mining Area Based on Structure and Function Coupling during 2002–2017. *Remote Sensing*, 2021, (3), 5040.

9. Google Earth. [Electronic resource]. Available at: <https://www.google.com.earth/> (accessed 15.10.2022).

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, Yuronen Yu.P., Karacheva G.I., Vokin V.N., Kiryushina E.V., Veretenova T.A., Maglinets Yu.A., Raevich K.V., Latyntsev A.A. & Lunev A.S. Coal-fired electric power generation in Southeast Asia based on Earth's remote sensing data. *Ugol'*, 2022, (11), pp. 92-95. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2022-11-92-95.

Paper info

Received August 27, 2022

Reviewed September 20, 2022

Accepted October 26, 2022