

# Оценка формата угольной промышленности в Таиланде с использованием информации дистанционного мониторинга Земли из космоса\*

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2022-4-24-27>

## **ЗЕНЬКОВ И.В.**

Доктор техн. наук, профессор  
Сибирского федерального университета,  
профессор Сибирского государственного университета  
науки и технологий им. академика М.Ф. Решетнёва,  
ведущий научный сотрудник  
Федерального исследовательского центра  
информационных и вычислительных технологий,  
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

## **АНИЩЕНКО Ю.А.**

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

## **ЛОГИНОВА Е.В.**

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

## **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

В статье представлены результаты исследования деятельности угледобывающего предприятия в топливно-энергетическом комплексе Таиланда. В ходе дистанционного мониторинга и аналитических расчетов выявлено количество горных и транспортных машин, работающих в угольном карьере. По результатам спутниковой съемки в течение многолетнего периода выявлен стабильный тренд в добыче и потреблении угля.

**Ключевые слова:** Королевство Таиланд, топливно-энергетический комплекс, месторождения угля, угольные карьеры, горные и транспортные машины, тепловые станции, дистанционное зондирование Земли.

**Для цитирования:** Оценка формата угольной промышленности в Таиланде с использованием информации дистанционного мониторинга Земли из космоса / И.В. Зеньков, Чинь Ле Хунг, Ю.А. Анищенко и др. // Уголь. 2022. № 4. С. 24-27. DOI: 10.18796/0041-5790-2022-4-24-27.

## **ВВЕДЕНИЕ**

В последние годы, несмотря на мировые призывы к сокращению количества вырабатываемой электрической энергии на основе сжигания угля, доля последней в структуре вырабатываемой энергии остается на высоком уровне. Планируемый тренд в развитии глобальной энергетики полностью игнорирует ситуацию, в которой при тотальном переходе на «зеленую энергетику» с использованием кремниевых батарей, ветрогенераторов, биотоплива без необходимых мощностей останутся крупные металлургические, машиностроительные и химические концерны. Отметим, что с 1950-х годов энергоемкие производства начинают массово создаваться в развитых странах, а с 1970-х годов наблюдается их перенос в государства с дешевой рабочей силой, в том числе и в Юго-Восточную Азию. Как известно, в этом макрорегионе доля электрической энергии,

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

вырабатываемой при сжигании угля, до сих пор остается высокой. Климатические условия и теплые воды морей позволяют масштабно развивать здесь пляжный отдых. Вместе с тем здесь работают крупные предприятия с большим потреблением электроэнергии. На очередном этапе многолетних исследований размещения производительных сил в мировом масштабе с использованием ресурсов дистанционного зондирования Земли из космоса изучена деятельность угледобывающего сектора экономики Королевства Таиланд. Этим информационным ресурсом в основном пользуются специалисты при исследовании биосферной оболочки Земли, что отражено в специальной научной литературе [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8].

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОБЪЕКТОВ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА (УГОЛЬНАЯ ГЕНЕРАЦИЯ) НА ТЕРРИТОРИИ ТАИЛАНДА**

По данным дистанционного зондирования добыча угля открытым способом осуществляется в единственном карьере в центральной части провинции Лампанг исключительно для сжигания на тепловой электростанции. По-

следняя имеет одиннадцать энергоблоков общей мощностью 2500 МВт и расположена «на борту карьера» [9]. Территория промышленной площадки занимает участок тропического леса в виде овала с размерами осей 9 и 12 км (см. рисунок).

Открытые горные работы на этом месторождении масштабно производят с середины 1970-х годов. Два объекта топливно-энергетического комплекса находятся в крупной межгорной впадине. Запуск в эксплуатацию крупного угольного карьера и тепловой станции позволил решить проблему снабжения электрической энергией северных и центральных провинций королевства. Также было создано более 3000 высококвалифицированных рабочих мест, что частично решило проблему занятости местного населения. Площадь промышленной площадки с 1984 г. увеличилась с 2780 до 8800 га исключительно за счет расширения границ горного отвала на месторождении и контуров внешних породных отвалов [9].

По данным спутниковой съемки установлено горно-геологическое строение разрабатываемого месторождения угля. На угленасыщенных участках в разработке находятся четыре сближенных угольных пласта мар-



Фрагмент космоснимка с расположением объектов угольной генерации электроэнергии в районе Мае Мо на территории Таиланда: 1 – действующий угольный карьер; 2 – внешний породный отвал; 3 – внешний породный отвал после производства работ по переводу в категорию «природный ландшафт»; 4 – угольный склад; 5 – тепловая электростанция

ки Б2, по российской классификации, общей мощностью до 30 м. В углевмещающей толще пласты имеют пологое залегание, близкое к горизонтальному. Покрывающие породы сверху вниз представлены рыхлыми горными породами четвертичного возраста мощностью 5-6 м, крепкими алевролитами мощностью до 30 м и крепкими песчаниками мощностью до 30 м. Породные прослои, разделяющие угольные пласты, состоят на 100% из песчаников мощностью до 10 м. Отметим, что все горные породы, кроме слоя горных пород четвертичного возраста и угля, перед экскавацией рыхлят с использованием буровзрывного способа [9].

Логистику горных пород после выемки гидравлическими экскаваторами с вместимостью ковша 2,5-8 куб. м обеспечивает комбинированный циклично-поточный транспорт. Экскаваторы работают в комплексе с автосамосвалами грузоподъемностью 30-60 т. Транспортное внутрикарьерное плечо не превышает 1,2 км. Вскрышные породы выгружают в приемные бункеры передвижных дробильных установок, в конструкции которых предусмотрен выпуск измельченных горных пород на магистральные конвейеры. Расстояние транспортировки вскрышных пород на внешние отвалы по конвейерным галереям составляет 7-9 км. Вскрышу на отвалах принимают пять отвалообразователей, каждый производительностью 3000 т/ч. В архитектуре отвалов отчетливо просматриваются восемь ярусов, разделенных между собой по вертикали горизонтальными площадками шириной 8-9 м с обустройством на них автомобильных дорог. Добытый уголь внутри карьера также транспортируют в аналогичных автосамосвалах до приемных бункеров полустационарных дробильных установок с выпуском измельченного угля на конвейер. По конвейерным линиям уголь направляется на стационарный склад размером 360х830 м. Со склада уголь подают на электростанцию.

По данным спутниковой съемки установлено, что собственники угольного карьера в максимальной степени несут социальную ответственность перед обществом за выполнение работ, входящих в комплекс природоохранных мероприятий. Подтверждением этому является внешний отвал (3) (см. рисунок). Отсыпка его верхнего яруса была закончена в 2002 г. Параллельно с завершением его отсыпки проводились восстановительные работы на протяжении семи лет последовательно по принципу «снизу вверх». Итогом работ явился перевод отвала из категории «земли промышленного назначения» в категорию «земли лесного фонда» по российской классификации. В данном случае возврат объекта горнопромышленного ландшафта в окружающую природную среду, по нашему мнению, можно считать примером-эталоном для многочисленных предприятий угледобывающей промышленности, на которых отношение к природоохранным мероприятиям находится на весьма низком уровне [9].

Всего, по данным спутниковой съемки, в исследуемом карьере на бурении взрывных скважин работают восемь буровых станков, на выемке вскрышных по-

род и угля используют 42 гидравлических экскаватора (в основном «обратная лопата») с вместимостью ковша 2,5 куб. м и тридцать гидравлических экскаваторов с преобладанием типа «прямая лопата» и вместимостью ковша 8 куб. м. Вскрышные породы и уголь транспортируются внутри карьера 126 автосамосвалами грузоподъемностью 30 т и 122 автосамосвалами грузоподъемностью 60 т. Примерно 30% горных и транспортных машин находятся в резерве. Коэффициент вскрыши в этом карьере находится на уровне 4 т/т. Объем перерабатываемой горной массы, по нашей оценке, составляет 75 млн т в год. Из этого объема добыча угля находится на уровне 15 млн т в год.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам спутниковой съемки определен состав горнотранспортного оборудования, работающего в угольном карьере и являющегося поставщиком топлива на крупную тепловую электростанцию «Мае Мо». По нашей оценке, добыча угля открытым способом на территории Таиланда составляет 15 млн т в год. За счет работы тепловой электростанции закрывается потребность в электроэнергии не только северных, но и южных территорий. В целом, по данным дистанционного мониторинга, в последние два десятилетия на территории Таиланда наблюдается стабильный тренд в добыче угля открытым способом.

## Список литературы

1. Оценка изменчивости характеристик Стоковой фронтальной зоны Карского моря на основе комплексирования данных спутникового дистанционного зондирования / А.А. Коник, А.В. Зимин, О.А. Атаджанова и др. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2021. Т. 18. № 2. С. 241-250.
2. Автоматическое распознавание используемых пахотных земель на основе сезонных временных серий восстановленных изображений Landsat / Д.Е. Плотников, П.А. Колбудаев, С.А. Барталев и др. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2018. Т. 15. № 2. С. 112-127.
3. Ложкин Д.М., Цхай Ж.Р., Шевченко Г.В. Особенности температурных условий и распределения концентрации хлорофилла в Охотском море в период нереста минтая по спутниковым данным // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2021. Т. 18. № 2. С. 230-240.
4. Терехин Э.А. Оценка пространственно-временных изменений в зеленой фитомассе аграрной растительности с использованием спектрально-отражательных признаков // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2021. Т. 18. № 1. С. 138-148.
5. Automated identification of avian vocalizations with deep convolutional neural networks / Zachary J. Ruff, Damon B. Lesmeister, Leila S. Duchac et al. // Remote Sensing in Ecology and Conservation. 2020. Vol. 6. Is. 1. P. 79-92.
6. Including 38 kHz in the standardization protocol for hydroacoustic fish surveys in temperate lakes / Anne Mouget, Chloé Goulon, Thomas Axenrot et al. // Remote Sensing in Ecology and Conservation. 2019. Vol. 5. Is. 4. P. 332-345.

7. Peter T. Fretwell, Philip N. Trathan. Discovery of new colonies by Sentinel2 reveals good and bad news for emperor penguins // *Remote Sensing in Ecology and Conservation*. 2021. Vol. 7. Is. 2. P. 139-153.
8. Engaging 'the crowd' in remote sensing to learn about habitat affinity of the Weddell seal in Antarctica / Michelle A. LaRue, David G. Ainley, Jean Pennycook et al. // *Remote Sensing in Ecology and Conservation*. 2020. Vol. 6. Is. 1. P. 70-78.
9. Google Earth. [Electronic resource]. Available at: <https://www.google.com.earth/> (accessed 15.03.2022).

## ABROAD

## Original Paper

UDC 622.271(73):550.814 © I.V. Zenkov, Trinh Le Hung, Yu.A. Anischenko, E.V. Loginova, V.N. Vokin, E.V. Kiryushina, K.V. Raevich, A.A. Latyntsev, 2022  
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2022, № 4, pp. 24-27  
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2022-4-24-27>

## Title

## ASSESSMENT OF COAL INDUSTRY FORMAT IN THAILAND USING SATELLITE REMOTE SENSING DATA

## Authors

Zenkov I.V.<sup>1,2,3</sup>, Trinh Le Hung<sup>4</sup>, Anischenko Yu.A.<sup>2</sup>, Loginova E.V.<sup>2</sup>, Vokin V.N.<sup>1</sup>, Kiryushina E.V.<sup>1</sup>, Raevich K.V.<sup>1</sup>, Latyntsev A.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> Federal Research Center for Information and Computational Technologies, 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, Senior Researcher, e-mail: zenkoviv@mail.ru

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

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

**Loginova E.V.**, PhD (Economic), Associate Professor

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

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

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

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

## Abstract

The article presents the results of studying the activities of a coal mining enterprise in the fuel and energy sector of Thailand. The remote monitoring and analytical calculations revealed the number of mining and transport machines operating in the coal strip mine.

Satellite observations over a multi-year period reveal a stable trend in the extraction and consumption of the mined coal.

## Keywords

Kingdom of Thailand, Fuel and energy sector, Coal deposits, Surface coal mines, Mining and transport vehicles, Thermal power plants, Earth remote sensing.

## References

1. Konik A.A., Zimin A.V., Atadzhanova O.A. & Pedchenko A.P. Estimation of variability in characteristics of the frontal drain zone of the Kara Sea based on integration of satellite remote sensing data. *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2021, Vol. 18, (2), pp. 241-250. (In Russ.).
2. Plotnikov D.E., Kolbudaev P.A., Bartalev S.A. & Lupyan E.A. Automatic recognition of utilized arable lands based on Landsat reconstructed images of seasonal time series. *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2018, Vol. 15, (2), pp. 112-127. (In Russ.).
3. Lozhkin D.M., Tskhai Zh.R. & Shevchenko G.V. Specific features of temperature conditions and distribution of chlorophyll concentrations in the Okhotsk Sea during pollack breeding season based on satellite data. *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2021, Vol. 18, (2), pp. 230-240. (In Russ.).

4. Terekhin E.A. Assessment of spatial and temporal changes in green phyto-mass of agricultural vegetation using spectral reflex signatures. *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2021, Vol. 18, (1), pp. 138-148. (In Russ.).

5. Zachary J. Ruff, Damon B. Lesmeister, Leila S. Duchac, Bharath K. Padmaraju & Christopher M. Sullivan. Automated identification of avian vocalizations with deep convolutional neural networks. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*, 2020, Vol. 6, (1), pp. 79-92.

6. Anne Mouget, Chloé Goulon, Thomas Axenrot, Helge Balk, Anne Lebourges-Dhaussy, Malgorzata Godlewska & Jean Guillard. Including 38 kHz in the standardization protocol for hydroacoustic fish surveys in temperate lakes. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*, 2019, Vol. 5, (4), pp. 332-345.

7. Peter T. Fretwell & Philip N. Trathan. Discovery of new colonies by Sentinel2 reveals good and bad news for emperor penguins. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*, 2021, Vol. 7, (2), pp. 139-153.

8. Michelle A. LaRue, David G. Ainley, Jean Pennycook, Kostas Stamatou, Leo Salas, Nadav Nur, Sharon Stammerjohn & Luke Barrington. Engaging 'the crowd' in remote sensing to learn about habitat affinity of the Weddell seal in Antarctica. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*, 2020, Vol. 6, (1), pp. 70-78.

9. Google Earth. [Electronic resource]. Available at: <https://www.google.com.earth/> (accessed 15.03.2022).

## 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, Anischenko Yu.A., Loginova E.V., Vokin V.N., Kiryushina E.V., Raevich K.V., & Latyntsev A.A. Assessment of coal industry format in Thailand using satellite remote sensing data. *Ugol'*, 2022, (4), pp. 24-27. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2022-4-24-27.

## Paper info

Received February 3, 2022

Reviewed February 18, 2022

Accepted March 22, 2022