

Горные и транспортные машины в карьерах на месторождениях угля в Республике Союз Мьянма (Бирма) по данным дистанционного мониторинга Земли из космоса*

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2022-2-67-70>

По результатам спутниковой съемки на территории Республики Союз Мьянма выявлены территории с добычей угля открытым способом. В статье представлены результаты исследования производства открытых горных работ на месторождениях угля, добываемого для потребления внутри страны. В ходе дистанционного мониторинга выявлены модели и количество горных и транспортных машин в угольных карьерах. По результатам аналитических расчетов определен совокупный годовой объем вскрышных работ и добычи угля.

Ключевые слова: Республика Союз Мьянма, месторождения угля, открытые горные работы, угольный карьер, горные и транспортные машины, производственный потенциал, тепловая электростанция, дистанционное зондирование Земли.

Для цитирования: Горные и транспортные машины в карьерах на месторождениях угля в Республике Союз Мьянма (Бирма) по данным дистанционного мониторинга Земли из космоса / И.В. Зеньков, А.С. Морин, Т.А. Герасимова и др. // Уголь. 2022. № 2. С. 67-70. DOI: 10.18796/0041-5790-2022-2-67-70.

ВВЕДЕНИЕ

В Юго-Восточной Азии находится Республика Союз Мьянма с населением более 50 млн чел. и с аграрной направленностью экономики. Длительное время территория республики являлась колонией Великобритании, что весьма отрицательно сказалось на уровне жизни населения буквально по всем показателям. На территории республики в 1950-е годы сформировалась и развивалась до начала XXI в. система производства и торговли опиумом. По данным спутниковой съемки установлено, что в последние два десятилетия в экономику республики осуществляются инвестиции в развитие минерально-сырьевой базы и в горнодобывающую промышленность. По данным спутниковой съемки, в стране в последние годы наблюдаются высокие темпы открытой разработки месторождений твер-

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

МОРИН А.С.

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

ГЕРАСИМОВА Т.А.

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

ЧИНЬ ЛЕ ХУНГ

Канд. техн. наук,
доцент Технического университета
им. Ле Куи Дон,
000084, г. Ханой, Вьетнам

СУСЛОВ Д.Н.

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

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

дых полезных ископаемых. Изучение основ мировой экономической географии предполагает исследование территорий с открытыми горными работами, которое на очередном этапе нашей работы было выполнено в границах Республики Союз Мьянма с использованием 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].

ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗВИТИЯ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ УГЛЯ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ СОЮЗ МЬЯНМА

По данным дистанционного мониторинга добыча угля открытым способом на территории республики производится в двух соседствующих регионах – в административной области Сагайн и на территории штата Шан [11]. На восточных склонах горного хребта Ракхайн в области Сагайн работают 12 малых карьеров на угленасыщенных участках месторождений каменного угля и шесть карьеров с производственной мощностью по горной массе в широком диапазоне в центральной части Шанского нагорья. Отметим, что в число последних входит карьер с производственной мощностью по горной массе, занимающий лидирующую позицию в линейке отраслевых предприятий по меркам угледобывающей промышленности республики [11]. В западном секторе страны в складках гор хребта Ракхайн по выходам угольных пластов под наносы производят их вскрытие и дальнейшую разработку гидравлическими экскаваторами. Системы разработки угленасыщенных участков месторождений углубочные с разноской одного или двух бортов по длинной оси карьеров. Вскрышные породы размещают во внешних отвалах. Ориентация всех карьеров в плане по длинной оси повторяет меридиональное направление складок хребта [11]. Типичный карьер в этой местности представлен на рис. 1.



Рис. 1. Фрагмент открытых горных работ на месторождении угля в районе горного массива Ракхайн (на снимке из космоса): 1 – карьер; 2 – внешние породные отвалы

Направление развития горных работ обозначено стрелками желтого цвета. Средним и нижним кольцом обведены экскаваторы, установленные на вскрышных уступах. В верхнем кольце находится экскаватор на выемке угля из развала. Направление вскрышных грузопотоков показано стрелками зеленого цвета, а направление транспортировки угля – стрелками синего цвета. Уголь вывозится на прибрежные склады, обустроенные на р. Мийта (правый приток р. Чиндуин).

По данным спутниковой съемки, во всех карьерах работают восемь буровых станков на бурении взрывных скважин. На выемке вскрышных пород и угля используют гидравлические экскаваторы с вместимостью ковша 2,5 куб. м типа обратная лопата (12 ед.) и типа прямая лопата (6 ед.). В комплексе с экскаваторами работают автосамосвалы общего назначения (58 ед.) с колесной формулой 6×4 грузоподъемностью 25 т. На территории горного хребта Ракхайн добытый уголь транспортируют в автосамосвалах в южном или северном направлениях до берега р. Мийта. Из расположенных вдоль береговой линии складов уголь фронтальными погрузчиками на автомобильном шасси отгружают в речные баржи [11]. Весь объем добытого угля используют внутри страны в основном при производстве цемента. По данным дистанционного мониторинга и по результатам аналитических расчетов, в этих карьерах ежегодно добывается 1,2 млн т угля и выполняется объем вскрышных работ на уровне 6 млн т.

На территории Шанского нагорья с 2001 г. в 100 км на северо-восток от столицы республики г. Нейльидо работает крупный по местным меркам карьер по добыче угля [11]. Уголь по российской классификации Б2, добываемый в карьере, используют на тепловой электростанции с установленной мощностью двух энергоблоков 300 МВт, а также на цементном заводе. Оба объекта находятся в северо-западном направлении от карьера на расстоянии 1,3 и 6,3 км соответственно. В настоящее время открытые горные работы на месторождении производят в карьере 1, глубина которого изменяется от 60 м на северном фланге до 80 м на южном (рис. 2).

Протяженность фронта горных работ в карьере составляет 2,4 км. В разработке находятся восемь вскрышных уступов высотой от 6 до 10 м и один добычной. Угольный пласт мощностью до 8 м имеет пологие углы залегания. В условиях муссонного климата размещение вскрышных пород на месте отработанного угольного пласта на обводненном основании является проблематичным, поэтому весь объем вскрышных пород вывозят на внешний отвал 2.

Направление развития горных работ обозначено стрелками желтого цвета (см. рис. 2). В перспективных контурах карьера находятся земли сельскохозяйственного назначения – возделываемые поля севооборота [11]. На южном фланге карьера на трех верхних вскрышных уступах работают три экскаватора типа механическая лопата с вместимостью ковша 8 куб. м в

комплексе с автосамосвалами грузоподъемностью 50 т (12 ед.). Остальные вскрышные уступы обрабатывают гидравлическими экскаваторами с вместимостью ковша 2,5 куб. м типа прямая лопата (4 ед.) и обратная лопата (6 ед.). Такими же машинами производят выемку угля. В комплексе с этими экскаваторами работают автосамосвалы общего назначения (82 ед.) грузоподъемностью 25 т с колесной формулой 6×4. На южном фланге карьера во вскрышной толще находится слой крепких песчаников, экскавация которых производится после буровзрывного рыхления. Весь объем вскрышных пород доставляют на внешний отвал в автосамосвалах [11]. При этом среднее расстояние – не более 2,5 км.

В границах карьера отчетливо выделяются два сектора 3, в которых производят выемку угольного пласта (см. рис. 2). Уголь из забоев вывозят в автосамосвалах до приемного бункера 4 дробильной установки, имеющей выпуск на стационарный конвейер. Расстояние транспортировки угля от забоев – в среднем 1,2 км. Далее по конвейеру, который «ломается» в пяти точках, уголь доставляется на расходный склад тепловой электростанции 5. Протяженность конвейера равна 1700 м [11].

По данным спутниковой съемки выявлены результаты работ по лесной рекультивации на внешнем отвале. Эти работы угледобывающее предприятие проводило в период с 2010 по 2016 г. [11].

По нашим расчетам, годовая производственная мощность карьера по добыче угля составляет 1,7 млн т в год. При этом выполняются вскрышные работы в объеме не менее 15 млн т в год. На территории республики этот угольный карьер занимает лидирующее место по объему ежегодно перерабатываемой горной массы. Также в центральной части Шанского нагорья работают еще пять угольных карьеров с суммарной мощностью по добыче угля на уровне 1,1 млн т в год. На экскавации вскрышных пород и угля работают двенадцать гидравлических экскаваторов типа обратная лопата с вместимостью ковша 2,5 куб. м. На вывозке вскрышных пород и угля из карьеров задействовано 56 автосамосвалов общего назначения грузоподъемностью 25 т. Имеющийся в карьерах комплект горных и транспортных машин, по нашим расчетам, может обеспечить годовой объем вскрышных работ не менее 8 млн т.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам спутниковой съемки на территории Республики Союз Мьянма определены географические участки, в границах которых работают карьеры с производственной мощностью по добыче угля в диапазоне от 0,2 до 1,7 млн т в год. Горнотранспортное оборудование в карьерах используют из нижнего диапазона линейки гидравлических экскаваторов и автосамосвалов. Добытый уголь используют на удовлетворение спроса со стороны крупных предприятий национальной экономики – на двух



Рис. 2. Фрагмент космоснимка с расположением угольного карьера по добыче угля, внешнего породного отвала и тепловой электростанции: 1 – карьер; 2 – внешний породный отвал; 3 – сектора карьера, в которых производят добычу угля; 4 – дробильная установка для угля с выпуском на конвейер; 5 – тепловая электростанция

тепловых электростанциях и в производстве цемента на цементных заводах, работающих в основном по «сухому методу» выпуска продукции. По нашей оценке, стоимость добытого угля характеризуется большими удельными затратами ввиду отсутствия общеизвестного экономического эффекта – снижения цены товарной массы в зависимости от роста масштаба ее производства.

Список литературы

1. Хатиб А., Малинников В.А. Метод оценки трансформаций растительного покрова сирийского средиземноморского региона на основе данных спутникового зондирования с помощью эвристических правил // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2021. Т. 18. № 4. С. 115-127.
2. Кашницкая М.А. Исследование динамики площадей водной поверхности озер степной зоны Восточного Забайкалья на основе данных дистанционного зондирования Земли // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2021. Т. 18. № 1. С. 242-253.
3. Курбатова И.Е., Верещака Т.В., Иванова А.А. Космический мониторинг трансформации болотных ландшафтов в условиях антропогенных воздействий // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2021. Т. 18. № 4. С. 216-227.
4. Pashkevich M.A., Danilov A.S., Matveeva V.A. Remote sensing of chemical anomalies in the atmosphere in influence zone of Korkino open pit coal mine // Eurasian mining. 2021. № 1. P. 79-83.
5. The colors of heath flowering – quantifying spatial patterns of phenology in Calluna life-cycle phases using

high-resolution drone imagery / Carsten Neumann, Robert Behling, Anne Schindhelm et al. // *Remote Sensing in Ecology and Conservation*. 2020. Vol. 6. Is. 1. P. 35-51.

6. Fusion of Multi-Temporal PAZ and Sentinel-1 Data for Crop Classification / Busquier M., Valcarce-Dineiro R., Lopez-Sanchez J.M. et al. // *Remote Sens*. 2021. No 13. 3915.

7. Remote Sensing of Wetlands in the Prairie Pothole Region of North America / J. Montgomery, C. Mahoney, B. Brisco et al. // *Remote Sens*. 2021. No 13. 3878.

8. Parlow E. Regarding Some Pitfalls in Urban Heat Island Studies Using Remote Sensing Technology // *Remote Sens*. 2021. No 13. 3598.

9. Drone-based thermal remote sensing provides an effective new tool for monitoring the abundance of roosting fruit bats / Eliane D. McCarthy, John M. Martin, Matthias M. Boer et al. // *Remote Sensing in Ecology and Conservation*. 2021. Vol. 7. Is. 3. P. 461-474.

10. 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.

11. Google Earth. [Electronic resource]. Available at: <https://www.google.com.earth/> (accessed 15.01.2022).

Original Paper

UDC 622.271(73):550.814 © I.V. Zenkov, A.S. Morin, T.A. Gerasimova, Trinh Le Hung, D.N. Suslov, E.V. Loginova, V.N. Vokin, E.V. Kiryushina, 2022
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2022, № 2, pp. 67-70
DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2022-2-67-70>

Title

MINING AND TRANSPORT VEHICLES IN SURFACE COAL MINES IN THE REPUBLIC OF THE UNION OF MYANMAR (BURMA) BASED ON SATELLITE REMOTE SENSING DATA

Authors

Zenkov I.V.^{1,2,3}, Morin A.S.¹, Gerasimova T.A.¹, Trinh Le Hung⁴, Suslov D.N.², Loginova E.V.², Vokin V.N.¹, Kiryushina E.V.¹

¹ Siberian Federal University, Krasnoyarsk, 660041, Russian Federation

² Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation

³ Federal Research Center for Information and Computational Technologies, Krasnoyarsk, 660049, Russian Federation

⁴ Le Quy Don Technical University (LQDTU), Hanoi, 11355, Vietnam

Authors Information

Senko I.V., Doctor of Engineering Sciences, Professor, Engineer, e-mail: zenkoviv@mail.ru

Morin A.S., Doctor of Engineering Sciences

Gerasimova T.A., PhD (Engineering), Associate Professor

Trinh Le Hung, PhD (Engineering), Associate Professor

Suslov D.N., Associate Professor

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

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

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

Abstract

The results of satellite observations helped to identify areas with surface coal mining in the territory of the Republic of the Union of Myanmar. The article presents the results of a study of coal surface mining for domestic consumption. The remote monitoring revealed the models and the number of mining and transport machines in the coal pits. Based on the results of analytical calculations, the total annual volumes of stripping works and coal production have been determined.

Keywords

Republic of the Union of Myanmar, Coal deposits, Surface mining, Coal mine, Mining and transport vehicles, Production capacity, Thermal power plant, Earth remote sensing.

References

1. Khatib A. & Malinnikov V.A. A method to assess vegetation transformations in the Syrian Mediterranean region based on satellite sensing data using heuristic rules. *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniâ Zemli iz kosmosa*, 2021, Vol. 18, (4), pp. 115-127. (In Russ.).
2. Kashnitskaya M.A. Studies of the dynamics in the water surface areas of lakes in the steppe zone of the Eastern Transbaikalia based on remote sensing data. *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniâ Zemli iz kosmosa*, 2021, Vol. 18, (1), pp. 242-253. (In Russ.).
3. Kurbatova I.E., Vereshchaka T.V. & Ivanova A.A. Space monitoring of bog landscapes transformation under anthropogenic impact. *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniâ Zemli iz kosmosa*, 2021, Vol. 18, (4), pp. 216-227. (In Russ.).

4. Pashkevich M.A., Danilov A.S. & Matveeva V.A. Remote sensing of chemical anomalies in the atmosphere in influence zone of Korine open pit coal mine. *Eurasian mining*. 2021, (1), pp. 79-83.

5. Carsten Neumann, Robert Behling, Anne Schendel et al. The colors of heath flowering – quantifying spatial patterns of phenology in *Calluna* life-cycle phases using high-resolution drone imagery. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*, 2020, Vol. 6, (1), pp. 35-51.

6. Brusquer M., Valcarce-Dineiro R., Lopez-Sanchez J.M. et al. Fusion of Multi-Temporal PAZ and Sentinel-1 Data for Crop Classification. *Remote Sens*, 2021, (13), 3915.

7. Montgomery J., Mahoney C., Brisco B. et al. Remote Sensing of Wetlands in the Prairie Pothole Region of North America. *Remote Sens*, 2021, (13), 3878.

8. Parlow E. Regarding Some Pitfalls in Urban Heat Island Studies Using Remote Sensing Technology. *Remote Sens*, 2021, (13), 3598.

9. Eliane D. McCarthy, John M. Martin, Matthias M. Boer et al. Drone-based thermal remote sensing provides an effective new tool for monitoring the abundance of roosting fruit bats. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*, 2021, Vol. 7, (3), pp. 461-474.

10. Peter T. Fretwell & Philip N. Trahan. 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.

11. Google Earth. [Electronic resource]. Available at: <https://www.google.com.earth/> (accessed 15.01.2022).

Acknowledgements

The study was performed within the framework of international cooperation in expanding the use of remote sensing technologies.

For citation

Zenkov I.V., Morin A.S., Gerasimova T.A., Trinh Le Hung, Suslov D.N., Loginova E.V., Vokin V.N. & Kiryushina E.V. Mining and transport vehicles in surface coal mines in the Republic of the Union of Myanmar (Burma) based on satellite remote sensing data. *Ugol'*, 2022, (2), pp. 67-70. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2022-2-67-70.

Paper info

Received November 15, 2021

Reviewed December 10, 2021

Accepted January 18, 2022

ABROAD