

Угольные разрезы на территории Южной Суматры по данным спутниковой съемки. Технологии и комплексная механизация открытых горных работ*

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2022-6-25-28>

В статье представлены результаты исследования деятельности угольных карьеров на территории Южной Суматры. В ходе обработки спутниковых снимков выявлено количество горнотранспортного оборудования, задействованного на открытых горных работах на угольных месторождениях, а по результатам аналитических расчетов установлен годовой объем добычи угля и вскрышных работ. Определены показатели сухопутной логистики угольных потоков от мест добычи угля до морских угольных терминалов.

Ключевые слова: Южная Суматра, угольные месторождения, открытые горные работы, угольные карьеры, годовой объем добычи угля, горные и транспортные машины, экспорт угля, дистанционное зондирование Земли.

Для цитирования: Угольные разрезы на территории Южной Суматры по данным спутниковой съемки. Технологии и комплексная механизация открытых горных работ / И.В. Зеньков, Чинь Ле Хунг, Ю.П. Юронен и др. // Уголь. 2022. № 6. С. 25-28. DOI: 10.18796/0041-5790-2022-6-25-28.

ВВЕДЕНИЕ

В Юго-Восточной Азии в настоящее время весьма мощным угледобывающим потенциалом обладает Индонезия, занимающая по праву одно из лидирующих положений по открытой угледобыче не только в этом регионе, но и в мировом энергетическом пространстве. Основные производственные мощности по добыче угля находятся на восточном побережье острова Калимантан, и примерно 10% от общего объема приходится на остров Суматра. По данным спутниковой съемки основной объем добычи угля открытым способом на этом острове сконцентрирован в одной провинции Южная Суматра. Изучение современного состояния угледобывающей промышленности в масштабах мировой экономики предполагает включение в план исследований всех без исключения территорий с размещением отраслевых предприятий. Проведение исследовательских работ в этом направлении на территории острова Суматра является актуальным в плане получения новых знаний об угольных карьерах, работающих в зоне экваториальных лесов. Наш коллектив в исследованиях пользуется результатами научно-технического прогресса в области косми-

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
Южно-Уральского государственного
университета,
660041, г. Красноярск, Россия,
e-mail: zenkoviv@mail.ru

ЧИНЬ ЛЕ ХУНГ

Канд. техн. наук,
доцент Технического
университета им. Ле Куй 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

ЛОГИНОВА Е.В.

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

МАГЛИНЕЦ Ю.А.

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.

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

ВЕРЕТЕНОВА Т.А.

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

КОНДРАШОВ П.М.

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

ПАВЛОВА П.Л.

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

КОНОВ В.Н.

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

ческих технологий дистанционного зондирования Земли из космоса. Аналогичным высокотехнологичным инструментарием пользуются наши коллеги, работы которых в виде небольшой выборки представлены в [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9].

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ АСПЕКТОВ УГОЛЬНЫХ РАЗРЕЗОВ НА ТЕРРИТОРИИ ЮЖНОЙ СУМАТРЫ

По данным дистанционного зондирования добыча угля открытым способом осуществляется на острове с середины 1970-х годов, а масштабная разработка месторождений угля производится с середины 2000-х годов [10]. По нашей оценке, 35 млн т угля ежегодно отправляют на экспорт, а 24 млн т угля сжигают на одиннадцати тепловых электростанциях, расположенных в разных частях острова. Практически весь уголь добывают открытым способом в провинции Южная Суматра в многоугольнике с координатами вершин в точках $3^{\circ}43'31''$ ю. и $103^{\circ}33'12''$ в., $3^{\circ}40'12''$ ю. и $103^{\circ}40'05''$ в., $3^{\circ}44'11''$ ю. и $103^{\circ}51'16''$ в., $3^{\circ}47'47''$ ю. и $103^{\circ}51'24''$ в., $3^{\circ}53'06''$ ю. и $103^{\circ}48'40''$ в., $3^{\circ}53'38''$ ю. и $103^{\circ}41'25''$ в., $3^{\circ}51'59''$ ю. и $103^{\circ}35'59''$ в. В исследуемом секторе находятся три сельских поселения: Lahat, Muara Enim и Tandjung. Вблизи поселений возделывают значительные по площади пальмовые плантации. Угледобывающие предприятия работают в полном компромиссе с местным населением, что подтверждается приведением нарушенных земель (породных отвалов) практически в первоначальное состояние с высадкой пальмовых деревьев на поверхности отвалов общей площадью 4200 га [10].

Отметим, что собственниками карьеров в период до 2017 г. на выемке небольшого объема вскрышных пород и угля были задействованы роторные экскаваторы (российские аналоги ЭР-1600) в комплексе с конвейерным транспортом и отвалообразователями на породных отвалах. В настоящее время горные работы производят с использованием только экскаваторно-автомобильных комплексов в двух комбинациях. На выемке горных пород используют гидравлические экскаваторы с вме-

стимостью ковша 4 и 12 куб. м. Первые работают в комплексе с автосамосвалами общего назначения грузоподъемностью 30 т и колесной формулой 6×4, а последние – с карьерными автосамосвалами грузоподъемностью 60–90 т [10].

В настоящее время на угленасыщенных участках месторождений работают 28 карьеров с различной протяженностью фронта горных работ и концентрацией горно-транспортного оборудования. Общая протяженность фронта горных работ по нижнему добычному уступу равна 14760 м [10]. Горно-геологическое строение угольных пластов при горизонтальной мощности до 150 м характеризуется вертикальным или крутонаклонным расположением в толще вмещающих пород. Мощность покрывающих угольные пласты вскрышных горных пород находится в диапазоне 15–25 м. Такое расположение пластов в недрах обуславливает постоянную углубку горных работ и размещение вскрышных пород во внешние отвалы.

По данным спутниковой съемки при разработке участков месторождений в карьерах отмечается высокая концентрация горных и транспортных машин (см. рисунок).



Фрагмент космоснимка открытых горных работ на угленасыщенном участке месторождения с тремя мощными пластами крутонаклонного залегания

В границах разрабатываемого участка размером 600×680 м в работе находятся 23 гидравлических экскаватора и 44 автосамосвала. На участке производится разработка трех крутонаклонных угольных пластов с суммарной горизонтальной мощностью 160 м. Отметим, что на о. Суматра в открытой разработке угля буровзрывной способ подготовки горных пород к выемке не используют. Расстояние транспортировки вскрышных пород до внешних отвалов находится в диапазоне от 1,5 до 3 км. Вскрышные породы укладывают также на место отработанных угольных пластов. В этом случае вскрытие пластов производят капитальными траншеями внешнего заложения на глубину до 30 м. Далее вскрывающую трассу располагают на временно нерабочем борту карьера, противоположный борт карьера находится в разноске. По мере отработки запасов угля рабочий борт карьера устанавливают во временно нерабочее положение с одновременным переносом и устройством вскрывающей трассы на него, а горные работы переносят на противоположный борт. Глубина карьеров после прекращения работ по добыче угля не превышает 180 м. По нашей оценке, конечная глубина карьеров регламентируется устойчивостью бортов карьера в условиях влажного экваториального климата с количеством осадков 1800 мм в год.

Весь объем угля, добываемый в исследуемых границах, концентрируется на двух стационарных поверхностных складах, которые расположены между карьерами [10]. На склады уголь поступает по конвейерам общей протяженностью 15,8 км. К каждому складу подведены железнодорожные пути в виде петли, что обеспечивает сквозное движение составов из 60 вагонов и двух тепловозов в голове состава. Уголь доставляют к терминалам, находящимся на правом берегу р. Musi, где его отгружают в балкеры-сухогрузы грузоподъемностью до 10000 т. Далее суда с помощью буксиров двигаются к месту впадения реки в море и вдоль береговой линии до тепловых электростанций. Объем экспортного угля направляют по железной дороге на крупный морской терминал, находящийся в бухте южнее г. Bandar Lampung [10].

Также уголь в объеме 2 млн т в год добывают западнее населенного пункта Kulu в провинции Aceh. Весь объем добытого угля транспортируют на расстояние 16 км до расходного склада на морском берегу для погрузки в баржи класса река-море грузоподъемностью 10 тыс. т.

Всего, по данным спутниковой съемки, на исследуемой территории Южной Суматры на вскрышных и добычных работах в угольных карьерах задействовано следующее горнотранспортное оборудование: 253 гидравлических экскаватора типа «обратная лопата» с вместимостью ковша 4 куб. м, 36 и 69 гидравлических экскаваторов с вместимостью ковша 12 куб. м соответственно «прямая лопата» и «обратная лопата», 896 автосамосвалов грузоподъемностью 30 т и 469 карьерных автосамосвалов грузоподъемностью 60-90 т. В состав автотранспортного парка входят 162 шарнирно-сочлененных автосамосвала повышенной проходимости грузоподъемностью 30 т. В последние годы около половины этого пар-

ка находится в резерве. По нашим расчетам, парк горных и транспортных машин, находящийся в работе в карьерах, может технологически обеспечить годовой объем вскрышных работ на уровне 380 млн т и объем добычи угля не менее 59 млн т. Из этого объема 24 млн т угля сжигают на тепловых электростанциях, составляющих основу топливно-энергетического комплекса острова, а остальной объем отправляют на экспорт.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Итоги научно-исследовательской работы, посвященной исследованию производственной деятельности угольных карьеров в Юго-Восточной Азии на территории острова Суматра, обозначили весьма значимое присутствие предприятий недропользования, развивающихся параллельно с не менее масштабным сектором экономики, как туризм. Горно-геологическое строение месторождений угля, используемые технологии открытых горных работ и количественный состав горнотранспортного оборудования позволяют обеспечить объем добычи угля на уровне 59 млн т в год. Результаты дистанционного мониторинга территории Южной Суматры представляют стабильный тренд в ежегодно добываемых объемах добычи угля открытым способом.

Список литературы

1. Смирнова И.О., Кирсанов А.А. Состояние и перспективы использования данных дистанционного зондирования при изучении экзогенных геологических процессов на примере оползней // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2021. Т. 18. № 3. С. 26-48.
2. Шихов А.Н., Дремин Д.А. Закономерности повреждения ветровалами лесов европейской территории России и Урала: анализ по спутниковым данным // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2021. Т. 18. № 3. С. 153-168.
3. 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.
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. 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.
6. 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.
7. Regional-scale forest restoration effects on ecosystem resiliency to drought: a synthesis of vegetation and moisture trends on Google Earth Engine / Temuulen Sankey, Adam Belmonte, Richard Massey et al. // Remote Sensing in Ecology and Conservation. 2021. Vol. 7. Is. 2. P. 259-274.

8. Estimating inundation of small waterbodies with sub-pixel analysis of Landsat imagery: long-term trends in surface water area and evaluation of common drought indices / Ibrahima Sall, Christopher J. Jarchow, Brent H. Sigafus et al. // *Remote Sensing in Ecology and Conservation*. 2021. Vol. 7. Is. 1. P. 109-124.
9. Mapping complex coastal wetland mosaics in Gabon for informed ecosystem management: use of object-based classification / Allison Aldous, Steve Schill, George Raber et al. // *Remote Sensing in Ecology and Conservation*. 2021. Vol. 7. Is. 2. P. 64-79.
10. Google Earth. [Electronic resource]. Available at: <https://www.google.com/earth/> (accessed 15.05.2022).

ABROAD

Original Paper

UDC 622.271(73):550.814 © I.V. Zenkov, Trinh Le Hung, Yu.P. Yuronen, E.V. Loginova, Yu.A. Maglinets, K.V. Raevich, A.A. Latyntsev, T.A. Veretenova, P.M. Kondrashov, P.L. Pavlova, V.N. Konov, 2022
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2022, № 6, pp. 25-28
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2022-6-25-28>

Title

COAL STRIP MINES IN SOUTH SUMATRA BASED ON SATELLITE IMAGING DATA. TECHNOLOGY AND COMPLEX MECHANIZATION OF SURFACE MINING OPERATIONS

Authors

Zenkov I.V.^{1,2,3}, Trinh Le Hung⁴, Yuronen Yu.P.², Loginova E.V.², Maglinets Yu.A.¹, Raevich K.V.¹, Latyntsev A.A.¹, Veretenova T.A.¹, Kondrashov P.M.¹, Pavlova P.L.¹, Konov V.N.¹

¹ Siberian Federal University, Krasnoyarsk, 660041, Russian Federation

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

³ South Ural State University, Chelyabinsk, 454080, Russian Federation

⁴ 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

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

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

Maglinets Yu.A., PhD (Engineering), Professor

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

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

Veretenova T.A., Associate Professor

Kondrashov P.M., PhD (Engineering), Associate Professor

Pavlova P.L., PhD (Engineering), Associate Professor

Konov V.N., PhD (Engineering), Associate Professor

Abstract

The paper presents the results of studying surface coal mining operations in the territory of South Sumatra. Processing of satellite images reveals the quantity of mining transport equipment employed in surface mining of coal deposits, and the annual volume of coal extraction and overburden removal is determined through analytical calculations. Indicators of the overland logistics of coal flows from the coal mining sites to the marine coal terminals have been determined.

Keywords

South Sumatra, Coal deposits, Surface mining, Coal strip mines, Annual coal production, Mining and transport machinery, Coal exports, Remote sensing.

References

1. Smirnova I.O. & Kirsanov A.A. Current state and prospects of applying remote sensing data to investigating exogenous geological processes, using landslides as an example. *Sovremennye problemy distancionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2021, Vol. 18, (3), pp. 26-48 (In Russ.).
2. Shikhov A.N. & Dremin D.A. Regularities of windfall damage to forests in European Russia and the Urals: an analysis based on satellite data. *Sovremennye problemy distancionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2021, Vol. 18, (3), pp. 153-168 (In Russ.).
3. 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 distancionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2021, Vol. 18, (2), pp. 241-250 (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 distancionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2021, Vol. 18, (1), pp. 138-148 (In Russ.).

5. 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), pp. 79-83.

6. 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.

7. Temuulen Sankey, Adam Belmonte, Richard Massey & Jackson Leonard. Regional-scale forest restoration effects on ecosystem resiliency to drought: a synthesis of vegetation and moisture trends on Google Earth Engine. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*, 2021, Vol. 7, (2), pp. 259-274.

8. Ibrahima Sall, Christopher J. Jarchow, Brent H. Sigafus, Lisa A. Eby, Michael J. Forzley & Blake R. Hossack. Estimating inundation of small waterbodies with sub-pixel analysis of Landsat imagery: long-term trends in surface water area and evaluation of common drought indices. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*, 2021, Vol. 7, (1), pp. 109-124.

9. Allison Aldous, Steve Schill, George Raber, Marie-Claire Paiz, Emmanuel Mambela & Tariq Stévar. Mapping complex coastal wetland mosaics in Gabon for informed ecosystem management: use of object-based classification. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*, 2021, Vol. 7, (2), pp. 64-79.

10. Google Earth. [Electronic resource]. Available at: <https://www.google.com/earth/> (accessed 15.05.2022).

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., Loginova E.V., Maglinets Yu.A., Raevich K.V., Latyntsev A.A., Veretenova T.A., Kondrashov P.M., Pavlova P.L. & Konov V.N. Coal strip mines in South Sumatra based on satellite imaging data. Technology and complex mechanization of surface mining operations. *Ugol'*, 2022, (6), pp. 25-28. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2022-6-25-28.

Paper info

Received March 1, 2022

Reviewed April 27, 2022

Accepted May 23, 2022