

# Исследование показателей угольных карьеров в топливно-энергетическом комплексе Республики Монголия с использованием ресурсов дистанционного зондирования\*

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-1-76-79>

## **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

## **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

## **СКОРНЯКОВА С.Н.**

старший преподаватель  
Сибирского федерального университета,  
660041, г. Красноярск, Россия

## **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

В статье представлены результаты исследования деятельности угольных карьеров на территории Республики Монголия. В ходе дистанционного мониторинга и аналитических расчетов выявлены территории с открытыми горными работами на угольных месторождениях, а также количество горных и транспортных машин, работающих в угольных карьерах. По результатам спутниковой съемки выявлены направления логистического перемещения и использования добытого угля, а также тренд в объемах добычи угля в сторону увеличения.

**Ключевые слова:** Республика Монголия, угольные месторождения, открытые горные работы, угольные карьеры, годовой объем добычи угля, горные и транспортные машины, направления использования угля, дистанционное зондирование Земли.

**Для цитирования:** Исследование показателей угольных карьеров в топливно-энергетическом комплексе Республики Монголия с использованием ресурсов дистанционного зондирования / И.В. Зеньков, Чинь Ле Хунг, Е.В. Логинова и др. // Уголь. 2023. № 1. С. 76-79. DOI: 10.18796/0041-5790-2023-1-76-79.

## **ВВЕДЕНИЕ**

В структуре энергетической отрасли Республики Монголия, по разным информационным источникам, угольная генерация занимает ведущее место. География и рельеф страны, суровые климатические условия, концентрация и плотность населения, традиционное ведение хозяйства в равной степени сказываются на размещении объектов, обеспечивающих выработку электрической энергии для нужд национальной экономики. Вместе с тем, как показывают результаты дистанционного мониторинга, на исследуемой территории работают более двадцати угольных разрезов, продукция которых по-разному распределяется относительно внутреннего потребления в экономике. По нашей оценке, основанной на использовании результатов спутниковой съемки, весь объем угля, добываемый в южной части Монголии, транспор-

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

тируется в Республику Китай. При этом собственное потребление угля для сжигания на тепловых станциях в системе топливно-энергетического комплекса республики многократно обеспечено работой угольных карьеров.

С появлением технологий дистанционного зондирования Земли из космоса спектр исследований значительно расширяется, о чем свидетельствуют работы российских и зарубежных исследователей [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]. Мировые тенденции использования ресурсов дистанционного зондирования в решении прикладных задач свидетельствуют об актуальности этого направления в ближайшие годы.

### **ИССЛЕДОВАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УГОЛЬНЫХ КАРЬЕРОВ В СИСТЕМЕ СОБСТВЕННОГО ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА МОНГОЛИИ**

Размещение и проживание населения на территории республики имеет специфические особенности. В северной части, в трех географически компактно расположенных городах (Улан-Батор, Дархан и Эрдэнэт), проживает более половины (50,5%) населения страны. Ввиду небольшого количества энергоемких промышленных предприятий тепловые станции, работающие в этих городах, специализированы на выработке большого количества тепловой энергии для обогрева зданий, сооружений, жилых домов, объектов социальной инфраструктуры, что в свою очередь обусловлено холодным климатом в условиях среднегорья в центре континента. Вместе с тем на этих же станциях вырабатывается небольшое количество электроэнергии для промышленных предприятий и объектов социально-культурного назначения.

Большая ставка в топливно-энергетическом комплексе сделана на запасы разрабатываемого Багануурского угольного месторождения. Горный отвод карьера находится в 106 км восточнее г. Улан-Батора. По данным спутниковой съемки, протяженность фронта горных работ составляет 9,5 км. В разработке находятся два пласта суммарной мощностью до 18 м с пологими углами залегания. Вскрышные породы четвертичного возраста разрабатывают без рыхления, а крепкие песчаники между этими породами и верхним угольным пластом, а также слой песчаников между пластами подлежат буровзрывному рыхлению. Верхняя часть вскрышных пород отрабатывается экскаваторно-автомобильными комплексами из экскаваторов ЭКГ-8и, ЭКГ-10 (7 ед.) с автосамосвалами грузоподъемностью 55-90 т (14 ед.). Толщу вскрышных пород, расположенную между пластами, перемещают во внутренние отвалы драглайнами ЭШ-10/70 (4 ед.), ЭШ-15/90 и ЭШ-20/90. Выемка угольного пласта из недр производится экскаваторами ЭКГ-5А (4 ед.) в комплексе с автосамосвалами грузоподъемностью 55 т (8 ед.). Фрагмент горных работ в карьере представлен на *рисунке, а*. На высокодетальном снимке из космоса кольцом желтого цвета обведен драглайн ЭШ-20/90 на вскрытии угольного пласта, а справа от него находится ЭКГ-8и (в кольце красного цвета) на отработке вскрышного уступа. Расстояние транспортировки вскрышных пород

#### **ЛАТЫНЦЕВ А.А.**

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

#### **ПАВЛОВА П.Л.**

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



Угольные карьеры в Республике Монголия на снимках из космоса:  
а – фрагмент горных работ на Багануурском месторождении;  
б – консервация горных работ на Шарынгольском месторождении

на отвалы составляет 1,6–2,3 км, а угля на расходные склады – не более 2,8 км.

Добытый уголь вывозят на два промежуточных поверхностных склада, к которым подведены железнодорожные тупики для постановки под загрузку составов из 20–25 стандартных полувагонов грузоподъемностью 70 т каждый. Далее по железной дороге составы направляют в г. Улан-Батор для выгрузки на трех ТЭЦ, одной котельной и на крупном региональном расходном складе, с которого уголь вывозят магистральными полуприцепами до мелких потребителей. По нашей оценке, производственная мощность разреза находится на уровне 3,5 млн т в год. Отметим, что ведение горных работ осложнено часто возникающими оползневыми явлениями в секторе внутренних отвалов бестранспортной вскрыши.

В исследуемом географическом секторе южнее пос. Шарынголь с середины 1960-х гг. до конца 2010-х гг. работал угольный разрез «Шарынгольский». С этого предприятия каменный уголь поставлялся для нужд промышленных предприятий и тепловых электростанций в г. Дархане и г. Эрдэнэт. В настоящее время горные работы (направление развития работ показано стрелками) остановлены ввиду ухода пластов в глубину и выросшего уровня коэффициента вскрыши (см. рисунок, б).

В 220 км на юго-восток от г. Улан-Батора работает с 1978 г. угольный разрез с координатами центра 46° 13' 34" с. и 108° 32' 19" в. на месторождении бурого угля южнее пос. Чойр. Протяженность фронта горных работ составляет 4,5 км. Вскрышные породы, расположенные ниже горных пород четвертичного возраста, рыхлят перед экскавацией с использованием буровзрывного метода. Горизонтальное залегание угольного пласта позволяет часть вскрышных пород отрабатывать двумя драглайнами ЭШ-10/70 и ЭШ-20/90. Верхнюю часть вскрышных пород отрабатывают с применением экскаваторно-автомобильных комплексов из ЭКГ-5А (4 ед.) и автосамосвалов грузоподъемностью 55 т (16 ед.). На отработке угольного пласта используют аналогичные выемочно-транспортные комплексы. Вскрышные породы с верхних уступов транспортируют через фланги карьера и по одной породной перемычке на внутренние отвалы. Весь объем добытого угля доставляют на дробильную установку, соединенную со стационарным конвейером протяженностью 1900 м. Уголь с конвейера разгружается на стационарный поверхностный склад. Склад расположен рядом с проложенной трансконтинентальной железной дорогой в направлении «север – юг». По нашей оценке, объем добычи угля на месторождении составляет 1,5 млн т в год.

В восточном секторе республики более тридцати лет работает угольный разрез с координатами 48° 07' 52" с. и 114° 32' 22" в. Разрез обеспечивает топливом ТЭЦ в г. Чойбалсан. На месторождении разрабатывается угольный пласт горизонтального залегания мощностью до 12 м. Мощность вскрышных пород – не более 60 м. В карьере работают эпизодически один буровой станок, пять экскаваторов ЭКГ-5А. В комплексе с экскаваторами на вывозке угля и вскрышных пород эксплуатируют 20 автосамосвалов общего назначения грузоподъемностью 30 т. Расстояние транспортировки вскрышных пород – не более 1 км, а угля до ТЭЦ – 7 км.

По нашей оценке, на этом месторождении ежегодно добывают 0,6 млн т бурого угля.

По данным спутниковой съемки установлена связь энергосистемы Монголии и России в месте пограничного перехода (50° 18' 50" с. и 106° 21' 41" в.) линии электропередачи, идущей от Гусиноозерской ГРЭС в Бурятии до тепловых электростанций в г. Улан-Баторе.

В исследуемом секторе Монголии в последние два десятилетия наблюдается резкий рост населения в трех городах (Улан-Батор, Дархан и Эрдэнэт), что неизбежно отражается на адекватном увеличении потребления тепловой и электрической энергии. Поэтому с учетом остановки горных работ на Шарынгольском месторождении необходимо, на наш взгляд, увеличение объема добычи угля на Багануурском разрезе и на разрабатываемом месторождении вблизи пос. Чойр. Выпадающие объемы добычи угля на Шарынгольском месторождении компенсируют за счет добычи угля на шахте Бор-Ундер, расположенной в 260 км на юго-восток от г. Улан-Батора.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам спутниковой съемки исследованы технологические показатели угольных разрезов на территории Республики Монголия, а также определена комплектация горнотранспортного оборудования. Определены производственные мощности горнодобывающих предприятий по добыче угля. По нашей оценке, добыча угля в карьерах в северной части республики характеризуется большими коэффициентами вскрыши на уровне 8–10 т/т. Весь объем угля на уровне 6 млн т, добываемого открытым способом за один календарный год в этих границах, используют на ТЭЦ столицы республики и в городах Эрдэнэт и Дархан. На юге республики в последнее десятилетие постоянно увеличивается объем добычи высококачественных марок угля, транспортируемого через южную границу в Республику Китай. По нашей оценке, годовой объем угля, добываемого в южном секторе республики, находится на уровне 30 млн т. В целом, по данным дистанционного мониторинга, в последние два десятилетия на территории Монголии наблюдается повышательный тренд в объемах добычи угля открытым способом, значительная часть которого направляется на экспорт.

### 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. Елсаков В.В. Спектральные различия характеристик растительного покрова тундровых сообществ сенсоров LANDSAT // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2021. Т. 18. № 4. С. 92–101.
3. Михайленко И.М., Тимошин В.Н. Оценивание параметров состояния агроценозов по данным дистанционного зондирования Земли // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2021. Т. 18. № 4. С. 102–114.
4. Терехин Э.А. Оценка пространственно-временных изменений в зеленой фитомассе аграрной растительности с использованием спектрально-отражательных признаков // Современные про-



- блемы 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. No 1. P. 79-83.
  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. Lisa M. Wedding, Stacy Jorgensen, Christopher A. Lepczyk, Alan M. Friedlander. Remote sensing of three-dimensional coral reef structure enhances predictive modeling of fish assemblages // *Remote Sensing in Ecology and Conservation*. 2019. Vol. 5. Is. 2. P. 150-159.
  9. Lawrence Ball, Joseph Tzanopoulos. Interplay between topography, fog and vegetation in the central South Arabian mountains revealed using a novel Landsat fog detection technique // *Remote Sensing in Ecology and Conservation*. 2020. Vol. 6. Is. 4. P. 498-513.
  10. Google Earth. [Electronic resource]. Available at: <https://www.google.com.earth/> (accessed 15.12.2022).

## ABROAD

## Original Paper

UDC 622.271 (73):550.814 © I.V.Zenkov, Trinh Le Hung, E.V. Loginova, V.N. Vokin, E.V. Kiryushina, S.N. Skornyakova, Yu.A. Maglinets, K.V. Raevich, A.A. Latyntsev, P.L. Pavlova, A.S. Lunev, 2023  
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2023, № 1, pp. 76-79  
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-1-76-79>

## Title

## STUDIES OF COAL PIT PERFORMANCE IN THE FUEL AND ENERGY COMPLEX OF THE REPUBLIC OF MONGOLIA USING REMOTE SENSING DATA

## Authors

Zenkov I.V.<sup>1,2,3</sup>, Trinh Le Hung<sup>4</sup>, Loginova E.V.<sup>3</sup>, Vokin V.N.<sup>1</sup>, Kiryushina E.V.<sup>1</sup>, Skornyakova S.N.<sup>1</sup>, Maglinets Yu.A.<sup>1</sup>, Raevich K.V.<sup>1</sup>, Latyntsev A.A.<sup>1</sup>, Pavlova P.L.<sup>1</sup>, Lunev A.S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Siberian Federal University, Krasnoyarsk, 660041, Russian Federation

<sup>2</sup> Non-profit partnership «Ecological Center for Rational Development of Natural Resources», Krasnoyarsk, 660049, Russian Federation

<sup>3</sup> Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation

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

## Authors Information

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

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

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

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

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

**Skornyakova S.N.**, Senior lecturer

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

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

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

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

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

## Abstract

The paper presents the results of studying surface coal mining operations in the territory of the Republic of Mongolia. Remote monitoring and analytical calculations identified areas with surface mining of coal deposits, as well as the number of mining and transport machines operating in coal pits. The results of satellite imaging revealed the directions of logistics and use of the mined coal as well as the rising trend in the volumes of coal mining.

## Keywords

Republic of Mongolia Coal deposits, Surface mining, Coal pits, Annual volume of coal production, Mining and transport vehicles, Directions of coal use, Earth 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. Elsakov V.V. Spectral differences in vegetation cover characteristics of tundra communities by LANDSAT sensors. *Sovremennye problemy distancionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2021, Vol. 18, (4), pp. 92-101. (In Russ.)
3. Mikhailenko I.M. & Timoshin V.N. Assessment of agrocenosis condition indicators based on remotely sensed data. *Sovremennye problemy distancionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2021, Vol. 18, (4), pp. 102-114. (In Russ.)
4. Terekhin E.A. Assessment of spatial and temporal changes in green phytomass 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. Anne Mouget, Chloé Goulon, Thomas Axenrot, Helge Balk, Anne Lebouges-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. Lisa M. Wedding, Stacy Jorgensen, Christopher A. Lepczyk & Alan M. Friedlander. Remote sensing of three-dimensional coral reef structure enhances predictive modeling of fish assemblages. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*, 2019, Vol. 5, (2), pp. 150-159.

9. Lawrence Ball & Joseph Tzanopoulos. Interplay between topography, fog and vegetation in the central South Arabian mountains revealed using a novel Landsat fog detection technique. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*, 2020, Vol. 6, (4), pp. 498-513.

10. Google Earth. [Electronic resource]. Available at: <https://www.google.com.earth/> (accessed 15.12.2022).

## 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, Loginova E.V., Vokin V.N., Kiryushina E.V., Skornyakova S.N., Maglinets Yu.A., Raevich K.V., Latyntsev A.A., Pavlova P.L. & Lunev A.S. Studies of coal pit performance in the fuel and energy complex of the Republic of Mongolia using remote sensing data. *Ugol'*, 2023, (1), pp. 76-79. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2023-1-76-79.

## Paper info

Received November 3, 2022

Reviewed November 30, 2022

Accepted December 26, 2022