

# Исследование динамики и показателей деятельности угольных карьеров и тепловых станций Канады по данным дистанционного зондирования\*

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-12-34-37>

## **ЗЕНЬКОВ И.В.**

Доктор техн. наук, профессор  
Сибирского государственного университета  
науки и технологий им. академика М.Ф. Решетнёва,  
инженер ФИЦ ИВТ,  
660049, 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

## **АГАЛАКОВА А.В.**

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

## **ФЕДОРОВ В.А.**

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

## **ЛУНЕВ А.С.**

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

## **КОНОВ В.Н.**

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

## **СКОРНЯКОВА С.Н.**

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

В статье представлены результаты исследования деятельности угольных разрезов и тепловых станций в Канаде. В ходе дистанционного мониторинга и аналитических расчетов выявлено количество горных и транспортных машин, работающих в угольных карьерах, а также определен годовой объем экскавации вскрышных пород и угля. По результатам спутниковой съемки выявлен тренд в сокращении доли угольной генерации электрической энергии.

**Ключевые слова:** топливно-энергетический комплекс Канады, угольные месторождения, открытые горные работы, угольные карьеры, дистанционное зондирование Земли, годовой объем добычи угля, горные и транспортные машины, тепловые станции.

**Для цитирования:** Исследование динамики и показателей деятельности угольных карьеров и тепловых станций Канады по данным дистанционного зондирования / И.В. Зеньков, Чинь Ле Хунг, А.В. Агалакова и др. // Уголь. 2021. № 12. С. 34-37. DOI: 10.18796/0041-5790-2021-12-34-37.

## **ВВЕДЕНИЕ**

В структуре энергетической отрасли Канады угольная генерация, по разным информационным источникам, занимает одно из последних мест. По некоторым интернет-источникам, в стране в последние годы наметилось устойчивое движение к сокращению количества тепловых угольных станций. По данным спутниковой съемки основной объем добычи угля открытым способом сконцентрирован в южных частях двух провинций – Альберта и Саскачеван. Изучение экономической географии любого государства связано с исследованием размещения производительных сил и выделением основных объектов топливно-энергетического комплекса. Изучать это направление можно по информации, предоставляемой в научной литературе, в интернет-источниках. С появлением технологий дистанционного зондирования Земли из космоса спектр исследований значительно расширился, о чем свидетельствуют работы российских и зарубежных исследователей [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]. По нашему мнению, эта тематика не потеряет своей актуальности в ближайшие десятилетия.

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

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

По данным дистанционного зондирования добыча угля открытым способом осуществляется в двух провинциях – Альберта и Саскачеван [10]. Открытые горные работы на угольных месторождениях масштабно производились с конца 1960-х – начала 1970-х гг. В настоящее время в этих провинциях угольная генерация электрической энергии на восьми тепловых станциях осуществляется за счет деятельности 12 угольных разрезов.

На территории провинции Альберта, в 60 км на запад, в 47 и 50 км на юго-запад от г. Эдмонта, работают три тепловые станции с установленной суммарной мощностью энергоблоков 3200 МВт. Общая протяженность фронта горных работ на четырех угольных разрезах составляет 9,5 км. В строении месторождений угольные пласты мощностью до 12 м имеют горизонтальное залегание. Мощность покрывающих угольные пласты вскрышных горных пород находится в диапазоне 60-90 м. Отметим, что горно-геологическое строение разрабатываемых открытым способом угольных месторождений предполагает использование технологий разработки с установкой на вскрышных работах драглайнов с длиной стрелы 100 м и вместимостью ковша 100 куб. м. Эти машины отрабатывают вскрышные уступы мощностью до 50 м с укладкой в выработанное пространство карьера. Ширина вскрышных заходок – 65-70 м, небольшая мощность угольных пластов, конструктивные параметры драглайнов позволяют размещать вскрышные породы во внутренних отвалах без переэкскавации. Весь объем угля и вскрышных пород, находящихся выше уступа, разрабатываемого драглайном, отрабатывают мехлопатами с вместимостью ковша 40 куб. м и гидравлическими экскаваторами с вместимостью ковша 12 куб. м. На транспортировке угля используют углевозы с донной разгрузкой грузоподъемностью 180 т, а на транспортировке вскрышных пород – автосамосвалы грузоподъемностью 240-360 т.

На юго-востоке от г. Эдмонта, в 136 км, работают одна тепловая станция и два угольных разреза и в 248 км еще одна станция, уголь для которой добывают на трех угольных разрезах. Общая мощность двух тепловых станций – 1800 МВт. Общая протяженность добычных уступов в карьерах составляет 10,5 км [10].

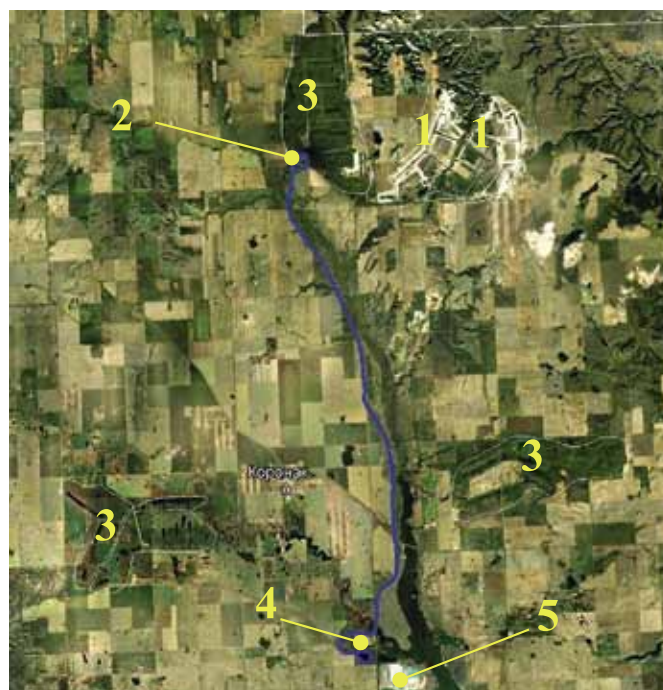
В провинции Саскачеван, в его южной части, практически на границе с США, работают три угольные тепловые электростанции. Два угольных разреза находятся на северо-востоке, в 11 км от поселка энергетиков Коронак, а тепловая станция мощностью 800 МВт – на юго-востоке, в 6 км [10]. Взаиморасположение объектов ТЭК на исследуемой местности представлено на *рисунке*.

Вскрышные работы производят драглайнами. На отработке угольных пластов установлены мехлопаты с вместимостью ковша 20 куб. м. На транспортировке угля из забоев используют углевозы грузоподъемностью 180 т. В этом звене (угольные разрезы – тепловая станция) весь добытый уголь доставляют на поверхностный склад, расположенный на западе от карьеров. К этому складу подведена однопутная железная дорога. Уголь со склада отгружают в

железнодорожный состав из одного магистрального теплового вагона и 24 вагонов. Общая масса транспортируемого угля в составе – 2400 т. Контур железной дороги протяженностью 20 км представлен на *рисунке* линией синего цвета. Вдоль прикарьерного угольного склада и склада угля на тепловой станции движение поезда организовано по петлевой схеме без смены направления движения. Перепад высотных отметок между конечными пунктами составляет 40 м.

В южной части этой же провинции, в 185 км на восток от пос. Куранак и на западе, в 415 км от г. Виннипега находится г. Эстеван, вблизи которого более 60 лет работают две тепловые станции суммарной мощностью 1700 МВт и три угольных разреза. Общая протяженность добычных работ равна 8,7 км. На одном из разрезов уголь добывают для внутреннего потребления в других провинциях Канады. Вскрышные работы производят с использованием драглайнов, а угольный пласт отрабатывают фронтальными погрузчиками на автомобильном шасси и гидравлическими экскаваторами. Транспортировку угля производят в углевозах и автосамосвалах грузоподъемностью 160-180 т.

Всего, по данным спутниковой съемки, на исследуемой территории Канады на вскрышных и добычных работах в угольных карьерах установлены 16 драглайнов с длиной стрелы 100 м и вместимостью ковша 100 куб. м, четыре мехлопаты с вместимостью ковша 20-40 куб. м, девять гидравлических экскаваторов с вместимостью ковша 12 куб. м и шесть фронтальных погрузчиков на автомобильном шасси с вместимостью ковша 16 куб. м. На транспортировке вскрышных пород и угля задействованы 32 углевоза с донной разгрузкой грузоподъемностью 180 т и 38 карьерных автосамосвалов грузоподъемностью 180-360 т. В одном звене ТЭК поверхностную логистику угля обслуживает один тепловоз



Фрагмент космоснимка с расположением объектов ТЭК вблизи п. Куранак на юге провинции Саскачеван в Канаде: 1 – карьерные поля действующих угольных разрезов; 2 – поверхностный угольный склад для отгрузки угля в железнодорожные составы; 3 – отработанные карьерные поля; 4 – тепловая станция; 5 – золошлаковый накопитель

(аналог российского ТЭМ-7) и 24 железнодорожных вагона грузоподъемностью 100 т каждый. Это горнотранспортное оборудование, по нашим расчетам, обеспечивает годовой объем вскрышных работ на уровне 490 млн т и объем добычи угля не менее 40 млн т.

Отметим, что на территории Канады, по данным дистанционного мониторинга в 2007, 2016 и 2018 гг. установлен вывод из эксплуатации трех тепловых станций на участках, прилегающих к озерам Онтарио, Уобамун, Эри, с координатами соответственно 43° 34' 32" с. и 79° 33' 27" з., 53° 33' 30" с. и 114° 29' 17" з., 42° 47' 53" с. и 80° 03' 06" з.

По данным спутниковой съемки, линии электропередачи, идущие от тепловых станций, включенных в план наших исследований, охватывают территорию центральной части Канады – крупные и мелкие населенные пункты. Тепловые станции расположены таким образом, что протяженность ЛЭП не превышает 500 км до самого отдаленного населенного пункта.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам спутниковой съемки определены состав горнотранспортного оборудования, работающего в угольных карьерах в двух провинциях Канады (Альберта и Саскачеван), технологический объем вскрышных работ и объем добычи угля, который необходим для работы восьми тепловых станций. По нашей оценке, добыча угля в карьерах на территории этих провинций характеризуется большими коэффициентами вскрыши, на уровне 12 т/т. Исходя из спроса со стороны тепловых станций на энергетический уголь, применяемых технологий производства горных работ и производительности горной техники, объем перерабатываемой горной массы (вскрышные породы и уголь) находится на уровне 530 млн т. В целом, по данным дистанционного мониторинга, в последние два десятилетия на территории Канады наблюдается понижающийся тренд в объемах угольной генерации электрической энергии.

### Список литературы

1. Титкова Т.Б., Золотокрылин А.Н., Виноградова В.В. Спектральный портрет равнинных ландшафтов России // Современ-

ные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2020. Т. 17. № 3. С. 117-126.

2. Терехин Э.А. Пространственный анализ особенностей формирования древесной растительности на залежах лесостепи Центрального Черноземья с использованием их спектральных признаков // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2020. Т. 17. № 5. С. 142-156.

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 / Z.J. Ruff, D.B. Lesmeister, L.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 / A. Mouget, C. Goulon, T. 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. Remote sensing of three-dimensional coral reef structure enhances predictive modeling of fish assemblages / Lisa M. Wedding, Stacy Jorgensen, Christopher A. Lepczyk et al. // 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. Самый подробный глобус. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.google.com/earth/> (дата обращения: 15.11.2021).

Original Paper

UDC 622.271(73):550.814 © I.V. Zenkov, Trinh Le Hung, A.V. Agalakova, V.A. Fedorov, P.M. Kondrashov, P.L. Pavlova, A.S. Lynev, V.N. Konov, S.N. Skorniyakova, 2021  
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2021, № 12, pp. 34-37  
DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-12-34-37>

### Title

**A STUDY OF DYNAMICS AND PERFORMANCE INDICATORS OF COAL MINES AND THERMAL POWER PLANTS IN CANADA BASED ON REMOTE SENSING DATA**

### Author

Zenkov I.V.<sup>1,2</sup>, Trinh Le Hung<sup>3</sup>, Agalakova A.V.<sup>1</sup>, Fedorov V.A.<sup>1</sup>, Kondrashov P.M.<sup>4</sup>, Pavlova P.L.<sup>4</sup>, Lynev A.S.<sup>4</sup>, Konov V.N.<sup>4</sup>, Skorniyakova S.N.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation

<sup>2</sup> Krasnoyarsk Branch of Federal Research Center for Information and Computational Technologies, Krasnoyarsk, 660049, Russian Federation

<sup>3</sup> Le Quy Don Technical University (LQDTU), Hanoi, 11355, Vietnam

<sup>4</sup> Siberian Federal University, Krasnoyarsk, 660041, Russian Federation

### Authors Information

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

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

**Agalakova A.V.**, Phd (Engineering), Associate Professor

**Fedorov V.A.**, Phd (Engineering), Associate Professor

**Kondrashov P.M.**, Phd (Engineering), Professor

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

**Lynev A.S.**, Senior Lecturer

**Konov V.N.**, Phd (Engineering), Associate Professor

**Skorniyakova S.N.**, Senior Lecturer

**Abstract**

The paper presents the results of studying the operation of coal mines and thermal plants in Canada. Remote sensing studies and analytical calculations revealed the number of mining and haulage machines working in the coal pits, as well as determined the annual volume of overburden and coal excavation. The results of satellite observations helped to reveal a trend to reduce the share of coal-fired electric power generation.

**Keywords**

Canada's fuel and energy complex, Coal deposits, Surface mining, Coal pits, Remote sensing of the Earth, Annual coal production, Mining and haulage vehicles, Thermal power plants.

**References**

1. Titkova T.B., Zolotokrylin A.N. & Vinogradova V.V. Spectral profiles of Russian plain landscapes. *Sovremennye problemy distancionnogo zondirovaniâ Zemli iz kosmosa*, 2020, Vol. 17, (3), pp. 117-126. (In Russ.).
2. Terekhin E.A. Spatial analysis of specific features in formation of the forest cover over deposits in the forest-steppe zones in the Central Black Earth Belt using their spectral signatures. *Sovremennye problemy distancionnogo zondirovaniâ Zemli iz kosmosa*, 2020, Vol. 17, (5), pp. 142-156. (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 distancionnogo zondirovaniâ Zemli iz kosmosa*, 2021, Vol. 18, (2), pp. 230-240. (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 zondirovaniâ Zemli iz kosmosa*, 2021, Vol. 18, (1), pp. 138-148. (In Russ.).
5. Z.J. Ruff, D.B. Lesmeister, L.S. Duchac et al. Automated identification of avian vocalizations with deep convolutional neural networks. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*, 2020, Vol. 6., Is. 1, pp. 79-92.

6. A. Mouget, C. Goulon, T. Axenrot et al. Including 38 kHz in the standardization protocol for hydroacoustic fish surveys in temperate lakes. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*, 2019, Vol. 5, Is. 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, Is. 2, pp. 139-153.
8. Lisa M. Wedding, Stacy Jorgensen, Christopher A. Lepczyk et al. 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, 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, Is. 4, pp. 498-513.
10. Google Earth. [Electronic resource]. Available at: <https://www.google.com.earth/> (accessed 15.11.2021).

**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, Agalakova A.V., Fedorov V.A., Kondrashov P.M., Pavlova P.L., Lynev A.S., Konov V.N. & Skorniyakova S.N. A study of dynamics and performance indicators of coal mines and thermal power plants in Canada based on remote sensing data. *Ugol'*, 2021, (12), pp. 34-37. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2021-12-34-37.

**Paper info**

Received October 10, 2021

Reviewed October 18, 2021

Accepted November 18, 2021

**КНИЖНАЯ НОВИНКА**

## Разработка стартапа цифровой платформы горнодобывающей промышленности России с использованием информационных ресурсов дистанционного зондирования Земли из космоса: монография

/ И.В. Зеньков (руководитель проекта), Ю.П. Юронен, А.А. Лукьянова, Ю.А. Анищенко, М.В. Сафронов, Е.М. Сычева, В.Н. Вокин, Е.В. Кирушина.

Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2021. 816 с.

(Серия: «Горнодобывающая промышленность России из космоса»).

ISBN 978-5-7638-4530-3 (отд. кн.); ISBN 978-5-7638-4366-8

© Сибирский государственный университет науки и технологий имени М.Ф. Решетнёва, Сибирский федеральный университет, 2021

**В монографии представлены** результаты исследования совокупного производственного потенциала горнодобывающих предприятий, работающих на месторождениях твердых полезных ископаемых на территории РФ. Впервые для горнодобывающей промышленности определены объемы потребления основных расходных материалов и ремонтных услуг, потребности в кадровом обеспечении, а также составлен прогнозный сценарий замещения горнотранспортного оборудования с определением количественных показателей. Наглядно продемонстрирована возможность формирования информационной рыночной среды в виде цифровой платформы горнодобывающей промышленности с преимущественным использованием информационных ресурсов спутниковой съемки. Информация, изложенная в монографии, может быть применена в разработке стратегической программы развития горнодобывающей отрасли российской экономики.

**Монография предназначена** для специалистов, работающих в рамках научно-практического направления «Цифровая экономика», собственников и менеджмента горнодобывающих предприятий и машиностроительных корпораций, поставщиков товарно-материальных ценностей и кадров для горнодобывающей отрасли России, преподавателей и учащихся вузов по направлениям подготовки «Горное дело», «Экономика и управление народным хозяйством», «Мировая экономика», «Экономическая география».

**Заказать книгу можно в Библиотечно-издательском комплексе Сибирского федерального университета по тел.: +7 (391) 206-26-16**



**Серия:**  
«Горнодобывающая промышленность России из космоса»  
Основана в 2017 г.  
**Научный руководитель и руководитель проекта:**  
Зеньков Игорь Владимирович, Заслуженный эколог РФ, Почетный работник науки и техники РФ, горный инженер, доктор техн. наук, профессор по научной специальности «Экономика и управление народным хозяйством».