

УДК 622.271(437):55.814 © И.В. Зеньков<sup>1</sup>, А.А. Симон<sup>1</sup>, Ле Хунг Чинь<sup>2</sup>,  
Е.В. Кардашова<sup>3</sup>, Ю.П. Юронен<sup>3</sup>, Ю.А. Маглинец<sup>4</sup>, Ж.В. Миронова<sup>4</sup>,  
Т.А. Веретеннова<sup>4</sup>, В.И. Афанасов<sup>4</sup>, Л.Н. Кузина<sup>4</sup>, 2026

UDC 622.271(437):55.814 © I.V. Zenkov<sup>1</sup>, A.A. Simon<sup>1</sup>, Le Hung Trinh<sup>2</sup>,  
E.V. Kardashova<sup>3</sup>, Yu.P. Yuronen<sup>3</sup>, Yu.A. Maglinets<sup>4</sup>, Zh.V. Mironova<sup>4</sup>,  
T.A. Veretenova<sup>4</sup>, V.I. Afanasov<sup>4</sup>, L.N. Kuzina<sup>4</sup>, 2026

<sup>1</sup> Сибирский научно-исследовательский институт горного  
и маркшейдерского дела, 660012, г. Красноярск, Россия

<sup>2</sup> Технический университет им. Ле Куи Дон, 11355, г. Ханой, Вьетнам

<sup>3</sup> Сибирский государственный университет науки и технологий  
им. академика М.Ф. Решетнева, 660037, г. Красноярск, Россия

<sup>4</sup> Сибирский федеральный университет, 660041, г. Красноярск, Россия

✉ e-mail: zenkoviv@mail.ru

<sup>1</sup> Siberian Research Institute of Mining and Surveying,  
Krasnoyarsk, 660012, Russian Federation

<sup>2</sup> Le Quy Don Technical University, Hanoi, 11355, Vietnam

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

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

✉ e-mail: zenkoviv@mail.ru

# Открытые горные работы и парк горных машин в карьерах на месторождениях угля в Республике Греция по данным информационных ресурсов спутниковой съемки

## Surface mining operations and fleet of mining equipment in coal mines in the Republic of Greece based on satellite imaging data

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2026-2-99-102>

*В статье представлены результаты исследования состояния открытых горных работ на угольных месторождениях на территории Греции. В ходе космического дистанционного мониторинга и аналитических расчетов выявлены количество и виды экскаваторов, карьерного транспорта, работающих в угольных карьерах, а также определен суммарный годовой объем экскавации вскрышных пород и угля на исследуемой территории Греции. По результатам спутниковой съемки выявлено значительное снижение объемов добычи угля в карьерах с параллельным закрытием тепловых электростанций.*

**Ключевые слова:** дистанционное зондирование, угледобывающая промышленность, Греция, угольные месторождения, открытые горные работы, угольные карьеры, годовой объем добычи угля, горные и транспортные машины, тепловые электростанции.

**Для цитирования:** Открытые горные работы и парк горных машин в карьерах на месторождениях угля в Республике Греция по данным информационных ресурсов спутниковой съемки / И.В. Зеньков, А.А. Симон, Ле Хунг Чинь и др. // Уголь. 2026;(2):99-102. DOI: 10.18796/0041-5790-2026-2-99-102.

### ЗЕНЬКОВ И.В.

Доктор техн. наук, профессор,  
заместитель директора  
по научной работе, Сибирский  
научно-исследовательский институт  
горного и маркшейдерского дела,  
660012, г. Красноярск, Россия,  
e-mail: zenkoviv@mail.ru

### СИМОН А.А.

Горный инженер, Сибирский  
научно-исследовательский институт  
горного и маркшейдерского дела,  
660012, г. Красноярск, Россия

### ЧИНЬ ЛЕ ХУНГ

Канд. техн. наук, доцент,  
Технический университет им. Ле Куи Дон,  
11355, г. Ханой, Вьетнам

**КАРДАШОВА Е.В.**

Канд. экон. наук, доцент,  
Сибирский государственный  
университет науки и технологий  
им. академика М.Ф. Решетнева,  
660037, г. Красноярск, Россия

**ЮРОНЕН Ю.П.**

Канд. техн. наук, доцент,  
Сибирский государственный  
университет науки и технологий  
им. академика М.Ф. Решетнева,  
660037, г. Красноярск, Россия

**МАГЛИНЕЦ Ю.А.**

Канд. техн. наук, профессор,  
Сибирский федеральный университет,  
660041, г. Красноярск, Россия

**МИРОНОВА Ж.В.**

Канд. техн. наук, доцент,  
Сибирский федеральный университет,  
660041, г. Красноярск, Россия

**ВЕРЕТЕНОВА Т.А.**

Старший преподаватель,  
Сибирский федеральный университет,  
660041, г. Красноярск, Россия

**АФАНАСОВ В.И.**

Старший преподаватель,  
Сибирский федеральный университет,  
660041, г. Красноярск, Россия

**КУЗИНА Л.Н.**

Канд. экон. наук, доцент,  
Сибирский федеральный университет,  
660041, г. Красноярск, Россия

**Abstract**

The article presents the results of studying the state of surface mining operations at the coal deposits in Greece. Satellite remote sensing studies and analytical calculations revealed the number and types of mining excavators and in-pit transport working in the coal pits, as well as determined the total annual volume of overburden and coal excavation within the surveyed territory of Greece. The results of satellite observations helped to identify a significant decline in coal mining volumes in open-pit mines, accompanied with concurrent shutdowns of thermal power plants.

**Keywords**

Remote sensing, coal mining industry, Greece, coal deposits, surface mining, coal pits, annual coal production, mining and transport vehicles, thermal power plants.

**For citation**

Zenkov I.V., Simon A.A., Trinh Le Hung, Kardashova E.V., Yuronen Yu.P., Maglinets Yu.A., Mironova Zh.V., Veretenova T.A., Afanasov V.I., Kuzina L.N. Surface mining operations and fleet of mining equipment in coal mines in the Republic of Greece based on satellite imaging data. *Ugol'*. 2026;(2):99-102. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2026-2-99-102.

**ВВЕДЕНИЕ**

В структуре добычи угля в угледобывающих странах Европы одно из лидирующих мест в последние тридцать лет принадлежало Греции, но в последние годы на ее территории наблюдается резкое снижение потребления объемов добычи бурого угля в карьерах с 77 млн т в 2002 г. до 12 млн т в 2024 г. Основной объем добычи угля открытым способом сконцентрирован в ее северной части и в центре полуострова Пелопоннес. Наша научно-практическая школа на очередном этапе выполнила исследования состояния топливно-энергетического комплекса на территории Греции, включающие определение технологий разработки месторождений угля, систем разработки угленасыщенных участков открытым способом, структуры парка горных и транспортных машин, логистики. Эти исследования проводятся с использованием космоснимков высокого разрешения, находящихся в свободном доступе. С появлением технологий дистанционного зондирования Земли из космоса спектр исследований значительно расширился, о чем свидетельствуют работы российских и зарубежных специалистов [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7].

**ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ БУРОГО УГЛЯ НА ТЕРРИТОРИИ ГРЕЦИИ**

По данным дистанционного зондирования Земли из космоса, в Греции в 2020 г. добыча угля производилась в 11 карьерах разной мощности для использования на восьми тепловых электростанциях. В 2023 г. горные работы остановлены в четырех карьерах, а также была прекращена генерация электроэнергии на четырех электростанциях. В настоящее время, по данным спутниковой съемки, уголь добывают в пяти карьерах с последующей доставкой на три тепловые электростанции с общей установленной мощностью генераторов 2450 МВт. В сети Интернет имеется информация о закрытии всех электростанций, использующих уголь в генерации электроэнергии, к 2028 г.

На территории Греции в 16 км на северо-восток от г. Флорина, в 900 м от северо-восточной окраины деревни Мелити, бурый уголь добывают в двух карьерах с условными названиями Ахлада и Гируки (в последнем добыча угля остановлена). Весь объем добытого угля сжигается на электростанции Мелити (290 МВт), промышленная площадка которой распо-

ложена в 3,2 км на юг от карьера Гируки. Горно-геологическое строение двух разрабатываемых угольных пластов характеризуется как простое. Суммарная мощность пластов составляет 12-15 м, а угол залегания в угленосной толще – 1-2°. Система разработки угольных пластов в каждом карьере однобортная без углубки горных работ с размещением вскрышных пород во внутреннем отвале и частично на внешних отвалах. Разработка вскрышных пород и угля в обоих карьерах производится без предварительного рыхления. Глубина карьера Ахлада равна 35 м, а протяженность фронта горных работ – 1,5 км. В карьере работают четыре гидравлических экскаватора типа «обратная лопата» с ковшом вместимостью 4 куб. м в комплексе с автосамосвалами грузоподъемностью 25 т (16 ед.). Вскрышные породы вывозят на внутренний отвал, а добытый уголь – на расходный прикарьерный склад. Расстояние транспортировки вскрыши составляет 0,8 км, а угля – 2,2 км. С этого склада уголь отгружают в магистральные полуприцепы, которые доставляют его на склад на промышленной площадке электростанции. Расстояние транспортировки угля между этими складами равно 4 км. Глубина карьера Гируки равна 40 м, а протяженность фронта горных работ – 2,3 км. В этом карьере в последние годы работали шесть гидравлических экскаваторов типа «обратная лопата» с ковшом 2,5 куб. м в комплексе с автосамосвалами общего назначения грузоподъемностью 25 т (24 ед.). Вскрышные породы вывозили на внутренний и внешний отвал, а добытый уголь – на склад, находящийся на промышленной площадке электростанции. Расстояние транспортировки вскрыши составляло 1,3-1,5 км, а угля – 5,6 км [8]. По нашей оценке, в двух карьерах для полной загрузки электростанции необходимо обеспечить ежегодный объем добычи угля на уровне 1,6 млн т с выполнением вскрышных работ 5 млн т в год.

В юго-восточном направлении, в 6-23 км от г. Птолемаида, работают четыре карьера по добыче угля и две тепловые электростанции. По данным спутниковой съемки установлено, что в карьерах с условными названиями Мавропиги и Команос добывают уголь для электростанции Птолемаида (660 МВт). Два других карьера – Харавги и Клейтос – поставляют уголь для электростанции Айос-Димитриос (1500 МВт).

В карьере Мавропиги дорабатывают запасы угля роторными экскаваторами. Протяженность фронта горных работ в средней части рабочего борта карьера составляет 800 м. В разработке находятся пять уступов. На двух верхних уступах производится выемка вскрышных пород роторными экскаваторами *SRs-1050* (1 ед.) и на трех нижних уступах аналогичные роторные экскаваторы (2 ед.) производят выемку угля. Вскрышные породы по конвейерам протяженностью 7,7 км перемещают на внутренний отвал с двумя отвалообразователями. Уголь из карьера по конвейерам транспортируют на расходный склад. Из этого склада уголь загружают в автосамосвалы общего назначения, в которых его вывозят на промежуточный склад. Из промежуточного склада уголь отгружают двумя роторными экскаваторами на конвейер протяженностью

7 км, по которому его транспортируют на расходный стационарный склад на промышленной площадке электростанции [8].

В карьере Команос на выемке вскрышных пород и угля работают 13 гидравлических экскаваторов типа «обратная лопата» с ковшом 4 куб. м в комплексе с автосамосвалами общего назначения грузоподъемностью 25 т (32 ед.). Расстояние транспортировки вскрыши составляет 0,8 км. Расстояние транспортировки угля из карьера до склада составляет 3,1 км. Отметим, что горные работы развиваются в смежных карьерах Мавропиги и Команос в противоположных направлениях. По нашей оценке, запасы угля в перспективных контурах карьера Команос составляют 34 млн т. При полной и круглогодичной загрузке генерирующих мощностей электростанции Птолемаида (660 МВт) этого объема угля вполне хватит для ее работы в течение 7-8 лет.

По данным дистанционного мониторинга установлено, что в карьерах Харавги и Клейтос дорабатывают запасы угля роторными экскаваторами. Протяженность добычного уступа в карьерах одинаковая и составляет 2,5 км. В карьере Харавги на двух верхних уступах производится выемка вскрышных пород роторным экскаватором *SRs-1050* (1 ед.) и на нижнем уступе – выемка угля аналогичным экскаватором (1 ед.). В карьере Клейтос на пяти верхних уступах производится выемка вскрышных пород роторными экскаваторами *SRs-1050* (5 ед.) и на нижнем уступе высотой 30 м – выемка угля роторным экскаватором *SRs-2000*. Вскрышные породы по конвейерам общей протяженностью 22 км перемещают на отвалы с двумя отвалообразователями.

Уголь из обоих карьеров по конвейерам транспортируется на расходный склад на промышленную площадку электростанции. С этого склада уголь подают в котлы на сжигание. Отметим, что на одном из этапов перемещения угля из карьера Харавги до магистрального конвейера, проложенного до промышленной площадки электростанции, его размещают и временно хранят на расходном складе на открытой площадке. По всей видимости, это связано с необходимостью сушки чрезмерно влажного угля перед последующей транспортировкой на электростанцию. На этом складе установлено два компактных роторных экскаватора, которые после хранения угля отгружают его на конвейер. Суммарная протяженность конвейеров, по которым перемещается уголь из карьера на промежуточный склад временного хранения на промышленной площадке электростанции, равна 18,7 км [8].

Кроме роторных экскаваторов в карьере Харавги на выемке вскрышных пород работают 14 гидравлических экскаваторов типа «обратная лопата» с ковшом 4 куб. м в комплексе с автосамосвалами общего назначения грузоподъемностью 25 т (56 ед.). Расстояние транспортировки вскрыши на внутренний отвал через восточный фланг карьера составляет 3,4 км. Отметим, что горные работы развиваются в карьерах в противоположных направлениях. По нашей оценке, запасы угля в перспективных контурах карьера Харавги составляют 50 млн т, а карьера Клейтос –

130 млн т. При полной и круглогодичной загрузке генерирующих мощностей электростанции Аойс-Димитрос (1500 МВт) этого объема угля вполне хватит для ее работы в течение 30 лет.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам спутниковой съемки, как средства объективного контроля, освобожденного от субъективистских оценок, определен технологически и технически достижимый уровень производственных мощностей по добыче угля в пяти карьерах на территории Греции. С учетом особенностей горно-геологического строения месторождений бурого угля, моделей и количества работающих экскаваторов на вскрышных и добычных работах, а также понимания их производительности определены объемы выемки и перемещения вскрышных пород и угля из недр. Общий годовой технологически необходимый объем вскрышных работ, по нашей оценке, выполняемый во всех угольных карьерах на территории Греции, равен 36 млн т, а объем добываемого бурого угля при этом составляет 12 млн т.

### Список литературы • References

1. Шукало Д.М., Шульга Т.Я. Сравнительный анализ поверхностной солености Черного моря по спутниковым продуктам SMAP и судовым наблюдениям // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2025. Т. 22. № 3. С. 235–243. DOI: 10.21046/2070-7401-2025-22-3-235-243.  
Shukalo D.M., Shulga T.Ya. Comparative analysis of Black Sea surface salinity, according to SMAP remote sensing observations and in situ oceanographic data. *Sovremennyye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*. 2025;22(3):235–243. (In Russ.). DOI: 10.21046/2070-7401-2025-22-3-235-243.
2. Zenkov I.V., Morin A.S., Vokin V.N., Kiryushina E.V. Determination results on potential production of open pit mines at cement raw material deposits in Russian regions by satellite remote sensing data. *Eurasian mining*. DOI: 10.17580/em.2021.02.05.
3. Dhakal S., Shah A., Khanal S. Monitoring Historical Waste Coal Piles Using Image Classification and Change Detection Algorithms on Satellite Images. *Remote Sens*. 2025;(17):3041. <https://doi.org/10.3390/rs17173041>.
4. Guglietta D., Salzano R., Wafik A. et al. Hyperspectral Investigation of an Abandoned Waste Mining Site: The Case of Sidi Bou Azzouz (Morocco). *Remote Sensing*. 2025;17(11):1838. <https://doi.org/10.3390/rs17111838>.
5. Kerfoot W.C., Swain G., Regis R. et al. Coastal Environments: LiDAR Mapping of Copper Tailings Impacts, Particle Retention of Copper, Leaching, and Toxicity. *Remote Sensing*. 2025;17(5):922. <https://doi.org/10.3390/rs17050922>.
6. Zhang H., Liu S., Liu H. Lightweight Multi-Scale Network for Segmentation of Riverbank Sand Mining Area in Satellite Images. *Remote Sensing*. 2025;17(2):227. <https://doi.org/10.3390/rs17020227>.
7. Tran X.B., Trinh L.H., Nguyen Q.L. et al. Detection of violations of open-pit mining lease boundaries using Sentinel-2 MSI data in the case of Lao Cai and Yen Bai provinces of North Vietnam. *Mining Science and Technology*. 2023;8(2):173–182. DOI: 10.17073/2500-0632-2022-12-68.
8. <https://www.google.com.earth>.

### Authors Information

**Zenkov I.V.** – Doctor of Engineering Sciences, Professor, Deputy Director for Scientific Work, Siberian Research Institute of Mining and Surveying, Krasnoyarsk, 660012, Russian Federation, e-mail: zenkoviv@mail.ru

**Simon A.A.** – Mining Engineer, Siberian Research Institute of Mining and Surveying, Krasnoyarsk, 660012, Russian Federation

**Trinh Le Hung** – PhD (Engineering), Associate Professor, Le Quy Don Technical University, Hanoi, 11355, Vietnam

**Kardashova E.V.** – PhD (Economics), Associate Professor, Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation

**Yuronen Yu.P.** – PhD (Engineering), Associate Professor, Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation

**Maglinets Yu.A.** – PhD (Engineering), Professor, Siberian Federal University, Krasnoyarsk, 660041, Russian Federation

**Mironova Zh.V.** – PhD (Engineering), Associate Professor, Siberian Federal University, Krasnoyarsk, 660041, Russian Federation

**Veretenova T.A.** – Senior lecturer, Siberian Federal University, Krasnoyarsk, 660041, Russian Federation

**Afanasov V.I.** – Senior lecturer, Siberian Federal University, Krasnoyarsk, 660041, Russian Federation

**Kuzina L.N.** – PhD (Economics), Associate Professor, Siberian Federal University, Krasnoyarsk, 660041, Russian Federation

### Информация о статье

Поступила в редакцию: 25.11.2025

Поступила после рецензирования: 17.01.2026

Принята к публикации: 29.01.2026

### Paper info

Received November 25, 2025

Reviewed January 17, 2026

Accepted January 29, 2026