

# Топливо-энергетический комплекс США в цифрах по данным спутниковой съемки. Добыча угля и угольная генерация электроэнергии\*

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-11-52-55>

## **ЗЕНЬКОВ И.В.**

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

## **ГАНИЕВА И.А.**

Доктор экон. наук,  
главный научный сотрудник  
Федерального научного центра аграрной  
экономики и развития сельских территорий,  
123007, г. Москва, 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

## **РАЕВИЧ К.В.**

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

## **СКОРНЯКОВА С.Н.**

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

В статье представлены результаты исследования состояния топливо-энергетического комплекса США, полученные с использованием данных дистанционного зондирования. В ходе дистанционного мониторинга и аналитических расчетов выявлен производственный потенциал каждого из четырех выделенных центров по добыче угля. Определены география размещения и количество тепловых станций, работающих на основе сжигания угля. По результатам аналитических расчетов определен суммарный производственный потенциал тепловых станций по выработке электроэнергии.

**Ключевые слова:** Соединенные Штаты Америки, топливо-энергетический комплекс, угольные карьеры, тепловые станции, угольная генерация, объемы добычи и потребления угля, размещение производительных сил, дистанционное зондирование Земли.

**Для цитирования:** Топливо-энергетический комплекс США в цифрах по данным спутниковой съемки. Добыча угля и угольная генерация электроэнергии / И.В. Зеньков, Чинь Ле Хунг, И.А. Ганиева и др. // Уголь. 2021. № 11. С. 52-55. DOI: 10.18796/0041-5790-2021-11-52-55.

## **ВВЕДЕНИЕ**

На территории США к настоящему времени создан уникальный по масштабу промышленный потенциал. Развитие здесь получили такие энергоемкие отрасли, как горнодобывающая (горноперерабатывающая), нефтедобывающая, энергетическая, металлургическая, машиностроительная, химическая, цементная и другие. Кроме этого, в США имеются масштабный агропромышленный комплекс и развитая транспортная инфраструктура (автомобильные и железные дороги). По данным спутниковой съемки установлено, что только на небольшой горной части страны на западе США отсутствуют признаки какой-либо хозяйственной деятельности общества.

Сегодня сформированные в ходе долговременной работы профессиональные компетенции, умение быстро и грамотно ориентироваться в информационной сре-

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

де позволяют нашему коллективу проводить исследования мировых центров горнодобывающей промышленности, в том числе и мирового топливно-энергетического комплекса. С использованием результатов спутниковой съемки на очередном этапе развития нашей научно-практической школы решена еще одна прикладная задача по исследованию современного состояния объектов топливно-энергетического комплекса и его производственного потенциала на территории США.

### ГЕОГРАФИЯ РАЗМЕЩЕНИЯ УГОЛЬНЫХ КАРЬЕРОВ И ТЕПЛОВЫХ СТАНЦИЙ НА ТЕРРИТОРИИ США

Функционирование топливно-энергетического комплекса с угольной генерацией электроэнергии предполагает добычу угля в объеме, обеспечивающем загрузку мощностей тепловых станций. Наши исследования динамики и уровней объемов добычи угля на территории США представлены в [1, 2, 3, 4]. На территории США мы выделили четыре центра добычи угля:

- центральные штаты (Вайоминг, Монтана и Северная Дакота) с производством открытых горных работ;
- штаты в восточном секторе страны (Иллинойс, Индиана, Огайо, Кентукки, Пенсильвания, Западная Вирджиния, Вирджиния и Алабама), где уголь добывают в карьерах и в шахтах;
- штаты Вайоминг (юго-западный сектор), Колорадо и Нью-Мексико (территория Скалистых гор);
- штат Техас (добыча угля исключительно открытым способом) [5].

Первые два центра сопоставимы между собой по объемам добычи угля. Добыча угля здесь находится на уровне

не 400 млн т в год в каждом центре. Третий центр сопоставим с четвертым по объемам добычи угля на уровне 70-75 млн т в год в каждом. Исследование железнодорожной и речной трансконтинентальной логистики угольных потоков выявило конечные пункты доставки угля – крупные морские угольные терминалы на восточном (Атлантика) и южном (Мексиканский залив) побережье США [5]. Суммарная мощность технологического оборудования по перегрузке угля в морских портах с учетом времени на постановку балкеров под погрузку и их отхода от причалов составляет, по нашей оценке, 300 млн т в год.

Также установлены основные потребители угля на континенте, не входящие в сектор топливно-энергетического комплекса с угольной генерацией, – предприятия черной и цветной металлургии, химической отрасли, цементной промышленности и другие. Объем потребления в этом промышленном секторе, по нашим расчетам, составляет не менее 80 млн т в год.

Оставшийся – основной объем добычи угля на уровне 570 млн т ежегодно используют для выработки электрической энергии на тепловых станциях. Всего, по данным спутниковой съемки, на территории США работают 152 тепловые станции с угольной генерацией. География размещения тепловых станций имеет свои особенности (см. рисунок) [5].

На территории США линиями черного цвета выделены контуры, в которых производят добычу угля (см. рисунок). Линиями желтого цвета определены территории, на которых работают тепловые станции с угольной генерацией электроэнергии.

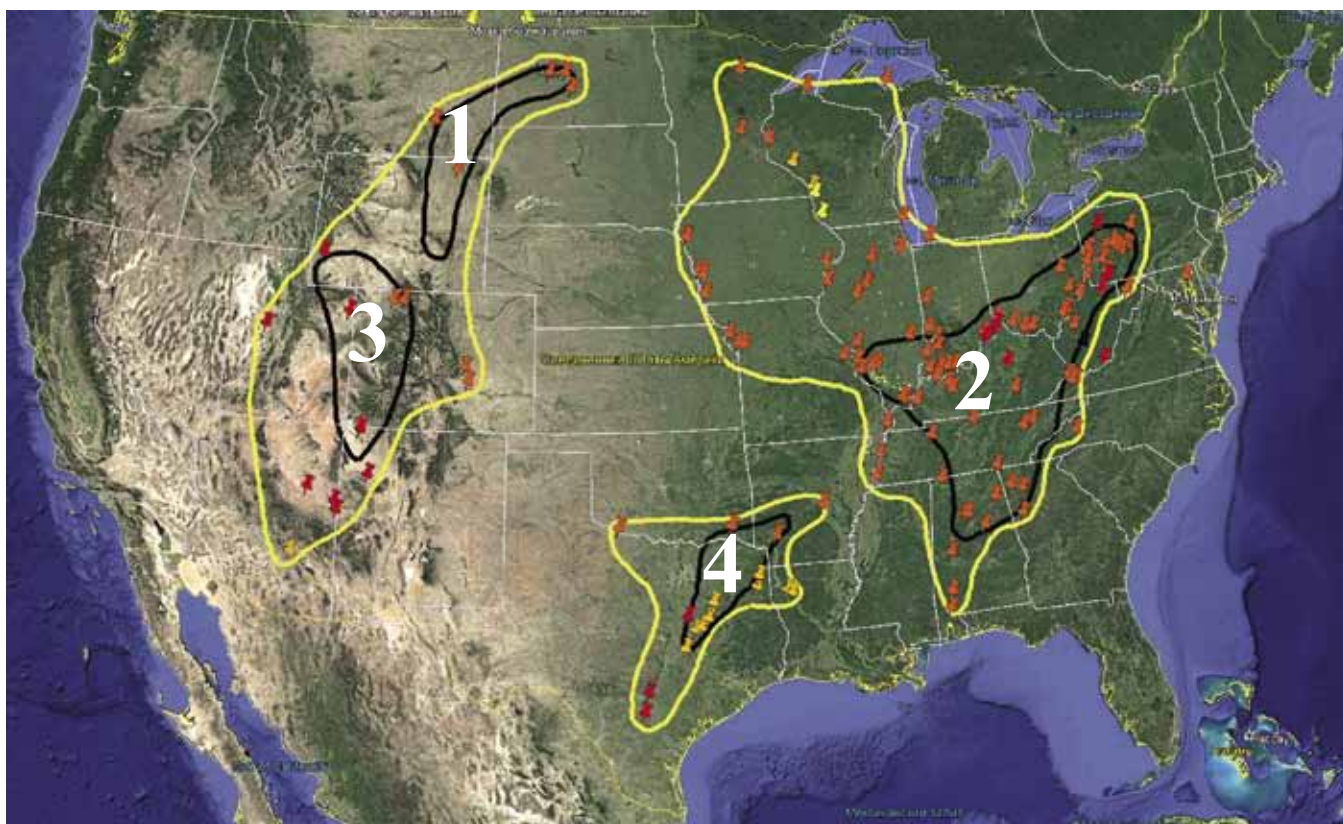


Схема регионального размещения угольных карьеров и тепловых станций на территории США (на снимке из космоса, 2021 г.)

## ОЦЕНКА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПОТЕНЦИАЛА ПРЕДПРИЯТИЙ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА С УГОЛЬНОЙ ГЕНЕРАЦИЕЙ В США

Оценка производственного потенциала любого угледобывающего предприятия начинается с оценки горно-геологического строения месторождения, вовлекаемого в разработку. На территории США горно-геологическое строение угольных месторождений практически повсеместно (за исключением горного массива Аппалачи) имеет благоприятные характеристики для открытой разработки: горизонтальное или пологое залегание пластов; мощность вскрышных пород, соизмеримая с мощностью угольных пластов; линии выхода угольных пластов под наносы имеют значительную протяженность (несколько десятков километров) [5]. Все это делает возможным строительство и дальнейшую высокоэффективную эксплуатацию мощных угольных карьеров по добыче угля. В Аппалачах в работе угольных карьеров имеется одна важная технологическая особенность – короткие расстояния транспортировки вскрышных пород до отвалов, а угля – до обогатительных фабрик. Это обстоятельство делает высокорентабельной добычу угля открытым способом.

По данным спутниковой съемки, в угольных карьерах США на бурении взрывных скважин работают 354 высокопроизводительных буровых станка. На вскрышных работах установлены 86 драглайнов с вместимостью ковша от 20 до 100 куб. м и длиной стрелы до 100 м. Парк драглайнов представлен в основном моделями с вместимостью ковша со сдвигом в сторону верхнего предела этого диапазона (20-100 куб. м). В состав экскаваторно-автомобильных комплексов входят: 86 мехлопат с вместимостью ковша до 40 куб. м, 389 гидравлических экскаваторов с вместимостью ковша до 32 куб. м; 388 погрузчиков на автомобильном шасси с вместимостью ковша от 10 до 15 куб. м; 18 фрезерных комбайнов; 1689 карьерных автосамосвалов грузоподъемностью до 360 т; 189 шарнирно-сочлененных автосамосвалов повышенной проходимости с колесной формулой 6x6 грузоподъемностью 30-40 т; 152 углевоза с донной разгрузкой грузоподъемностью 120-220 т. На вскрышных работах и рекультивации земель работают 154 самоходных одно- и многоковшовых скрепера. На вспомогательных работах задействовано 1220 мощных бульдозеров Caterpillar D11T [5].

По нашим аналитическим расчетам, парк горнотранспортного оборудования может технически и технологически обеспечить объем угля на уровне 950 млн т и объем вскрышных работ – не менее 3,2 млрд т.

Концентрация тепловых станций отмечается в основном по берегам рек Миссисипи, Миссури, Огайо и других. Основное количество станций находится в центральных штатах (см. рисунок) [5]. Небольшое количество станций наблюдается на территории Скалистых гор и в штате Техас. Доставка добытого угля от угледобывающих предприятий до тепловых станций производится в основном в железнодорожных составах, на речных баржах и в меньшей степени автомобильным транспортом (седельными

магистральными тягачами). Мощность установленных энергоблоков на станциях находится в широком диапазоне от 300 до 3000 МВт. Расстояние, на котором размещены тепловые станции друг от друга на берегах рек, начинается от 18 км. Вся изучаемая совокупность угольных тепловых станций условно распределена на три группы по установленной мощности энергоблоков и, соответственно, – по объему сжигаемого угля.

В диапазоне мощности от 2000 МВт и выше и с объемом потребления угля на уровне 6 млн т в год работают 30 станций. Эти станции в основном находятся в густонаселенных штатах. Количество станций с суммарной мощностью от 1000 до 1999 МВт и объемом потребления угля на уровне 3,8 млн т в год составляет 80 ед. Тепловые станции с мощностью энергоблоков до 1000 МВт находятся на берегах небольших рек в малонаселенных районах. По данным спутниковой съемки установленное количество энергоблоков на одной станции находится в широком диапазоне – от одного до шести. Практически на всех станциях способ удаления золы и шлака – сухой, что предполагает дальнейшее использование этих материалов в хозяйственной деятельности. Кроме этого, с мокрым золошлакоудалением работают несколько станций с размещением золы и шлака в накопителях на прилегающих территориях. Обзор космических снимков определяет как положительную экологическую обстановку на территориях, прилегающих к промышленным площадкам энергетических объектов – тепловым станциям с полной утилизацией золошлаковых материалов [5].

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По нашей оценке, в ближайшей перспективе в США с населением более 330 млн чел., проживающих преимущественно в частном секторе и имеющих на своей территории развитый промышленный комплекс из нескольких тысяч энергоемких производственных предприятий, угольная генерация электрической энергии должна остаться на неизменном уровне. Вместе с тем, как известно, в мировой энергетике научное сообщество находится в постоянном поиске альтернативных источников выработки электроэнергии. Параллельно с этим, на наш взгляд, не менее важным является решение комплексной экономической проблемы, имеющей глобальный масштаб и межотраслевой характер, в первую очередь, решение вопросов, связанных с занятостью работников предприятий ТЭК, а также и предприятий отраслей, обслуживающих угледобывающие (угольные карьеры, шахты, обогатительные фабрики) и энергетические предприятия (тепловые станции) в плане поставок горнотранспортного и теплоэнергетического оборудования, товарно-материальных ценностей, расходных материалов, оказания услуг производственного назначения (ремонт оборудования, логистика и другое).

### Список литературы

1. Исследование открытых горных работ на угольных месторождениях в центральной части США по данным дистанционного зондирования / И.В. Зеньков, Чинь Ле

Хунг, Е.В. Логинова и др. // Уголь. 2021. № 2. С. 53-57. DOI: 10.18796/0041-5790-2021-2-53-57.

2. Исследование угольного сектора топливно-энергетического комплекса штата Техас в США на основе результатов дистанционного зондирования / И.В. Зеньков, Чинь Ле Хунг, Е.В. Логинова и др. // Уголь. 2021. № 4. С. 52-56. DOI: 10.18796/0041-5790-2021-4-52-56.

3. Угольные карьеры и поверхностные шахтные комплексы в восточном секторе США по данным спутниковой съемки / И.В. Зеньков, Чинь Ле Хунг, И.А. Ганиева и др. // Уголь. 2021. № 7. С. 63-66. DOI: 10.18796/0041-5790-2021-7-63-66.

4. Исследование добычи угля открытым способом в Скалистых горах (США) с использованием ресурсов дистанционного зондирования Земли / И.В. Зеньков, Чинь Ле Хунг, И.А. Ганиева и др. // Уголь. 2021. № 10. С. 38-41. DOI: 10.18796/0041-5790-2021-10-38-41.

5. Самый подробный глобус. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.google.com/earth/> (дата обращения: 15.10.2021).

## ABROAD

## Original Paper

UDC 622.271(73):550.814 © I.V. Zenkov, Trinh Le Hung, I.A. Ganieva, P.M. Kondrashov, P.L. Pavlova, K.V. Raevich, V.N. Konov, S.N. Skorniyakova, 2021  
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2021, № 11, pp. 52-55  
DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-11-52-55>

## Title

**THE US FUEL AND ENERGY COMPLEX IN FIGURES BASED ON SATELLITE IMAGING DATA. COAL MINING AND COAL-FIRED POWER GENERATION**

## Authors

Zenkov I.V.<sup>1,2</sup>, Trinh Le Hung<sup>3</sup>, Ganieva I.A.<sup>4</sup>, Kondrashov P.M.<sup>5</sup>, Pavlova P.L.<sup>5</sup>, Raevich K.V.<sup>5</sup>, Konov V.N.<sup>5</sup>, Skorniyakova S.N.<sup>5</sup>

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

<sup>2</sup> Krasnoyarsk Branch 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> Federal Research Center of Agrarian Economy and Social Development of Rural Areas, Moscow, 123007, Russian Federation

<sup>5</sup> Siberian Federal University, Krasnoyarsk, 660041, Russian Federation

## Authors Information

**Zenkov I.V.**, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Engineer, e-mail: [zenkoviv@mail.ru](mailto:zenkoviv@mail.ru)

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

**Ganieva I.A.**, Doctor of Economic Sciences, Chief Scientific Officer

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

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

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

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

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

## Abstract

The paper presents the results of studying the condition of the US Fuel and Energy Complex using the remote sensing data. Remote monitoring and analytical calculations reveal the production potential of each of the four identified coal production centres. The geographical location and the number of coal-fired thermal power plants have been determined. Based on the results of analytical calculations, the total production potential of thermal power plants for electricity generation has been estimated.

## Keywords

United States of America, Fuel and energy complex, Coal mines, Thermal power plants, Coal-fired generation, Coal mining and consumption volumes, Distribution of productive forces, Remote sensing.

## References

1. Zenkov I.V., Trinh Le Hung, Loginova E.V., Vokin V.N., Kiryushina E.V., Latynceev A.A. & Veretenova T.A. A study of coal surface mining operations in the Central U.S. based on remote sensing data. *Ugol'*, 2021, (2), pp. 53-57. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2021-2-53-57.

2. Zenkov I.V., Trinh Le Hung, Loginova E.V., Vokin V.N., Kiryushina E.V., Latynceev A.A. & Veretenova T.A. A study of the coal sector of the Texas fuel and energy complex in the US based on remote sensing data. *Ugol'*, 2021, (4), pp. 52-56. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2021-4-52-56.

3. Zenkov I.V., Trinh Le Hung, Ganieva I.A., Latyshenko G.I., Loginova E.V., Vokin V.N., Kiryushina E.V., Latynceev A.A. & Veretenova T.A. Open-pits coal mines and surface mine complexes in the Eastern Sector of the United States according to satellite imaging data. *Ugol'*, 2021, (7), pp. 63-66. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2021-7-63-66.

4. Zenkov I.V., Trinh Le Hung, Ganieva I.A., Yurkovskaya G.I., Gilts N.E., Vokin V.N., Kiryushina E.V., Raevich K.V. & Veretenova T.A. A study of surface coal mining in the Rocky Mountains (USA) using remote sensing technologies. *Ugol'*, 2021, (10), pp. 38-41. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2021-10-38-41.

5. Google Earth. [Electronic resource]. Available at: <https://www.google.com/earth/> (accessed 15.10.2021).

## 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, Ganieva I.A., Kondrashov P.M., Pavlova P.L., Raevich K.V., Konov V.N. & Skorniyakova S.N. The US Fuel and Energy Complex in figures based on satellite imaging data. Coal mining and coal-fired power generation. *Ugol'*, 2021, (11), pp. 52-55. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2021-11-52-55.

## Paper info

Received August 7, 2021

Reviewed September 10, 2021

Accepted October 15, 2021