

УДК 338.45:622.33(571.1/5)
DOI: 10.36979/1694-500X-2023-23-12-36-50

**ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ
УГЛЕДОБЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ СИБИРСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА
В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ**

В.И. Гусева, В.В. Бологова, Л.В. Арлакова

Аннотация. Представлен анализ структуры выработки электроэнергии и потребления топливно-энергетических ресурсов в Сибирском федеральном округе, а также состояния основных фондов. Приведены оценка финансового состояния АО «СУЭК-Кузбасс» и анализ структуры себестоимости добычи угля. Формирование в Сибири мощной энергетической базы – важная предпосылка создания здесь крупных, имеющих народнохозяйственное значение комплексов энергоёмких производств, производств по переработке углеводородного сырья. Формирование на территории Сибири крупных транснациональных вертикально интегрированных компаний обусловило меньшее снижение экономических показателей развития сибирских регионов по сравнению с европейскими регионами. Приведена оценка влияния внедрения цифровых технологий на эффективность экономической деятельности угледобывающих предприятий. Результаты оценки современного состояния угледобывающей отрасли Сибирского федерального округа позволили выявить основные направления и перспективы ее развития в условиях цифровизации.

Ключевые слова: энергетика; угольная отрасль; Сибирский федеральный округ; цифровая трансформация; потребление топливно-энергетических ресурсов.

**САНАРИПТИК ТРАНСФОРМАЦИЯ ШАРТЫНДА СИБИРЬ ФЕДЕРАЛДЫК ОКРУГУНУН
КӨМҮР КАЗЫП АЛУУ ТАРМАГЫНЫН УЧУРДАГЫ АБАЛЫН
ЖАНА ӨНҮГҮҮ КЕЛЕЧЕГИН БААЛОО**

В.И. Гусева, В.В. Бологова, Л.В. Арлакова

Аннотация. Макалада Сибирь федералдык округундагы электр энергиясын өндүрүү жана отун-энергетикалык ресурстарды керектөө түзүмүнө, ошондой эле негизги каражаттардын абалына талдоо жүргүзүлдү, «СУЭК-Кузбасс» Акционердик уюмунун финансылык абалына баа берилди жана көмүр казып алуунун өздүк наркынын түзүмү талдоого алынды. Сибирде кубаттуу энергетикалык базаны түзүү – бул жерде эл чарбасы үчүн мааниси бар энергияны үнөмдөөчү өнөр жайынын ири комплекстерин, көмүр суутек чийки затын кайра иштетүүчү өндүрүштү түзүүнүн эң маанилүү шарты болуп саналат. Сибирдин аймагында ири транслуттук вертикалдуу интеграцияланган компаниялардын түзүлүшү Европа региондоруна салыштырмалуу Сибирь региондорунун экономикалык өнүгүү көрсөткүчтөрүнүн төмөндөшүн шарттады. Көмүр казуучу ишканалардын экономикалык ишмердигинин натыйжалуулугуна санариптик технологияларды киргизүүнүн таасирине баа берилген. Сибирь федералдык округунун көмүр казып алуу тармагынын учурдагы абалын баалоонун жыйынтыктары санариптештирүү шартында аны өнүктүрүүнүн негизги багыттарын жана келечегин аныктоого мүмкүндүк берди.

Түйүндүү сөздөр: энергетика; көмүр өнөр жайы; Сибирь федералдык округу; санариптик трансформация; отун-энергетикалык ресурстарды керектөө.

ASSESSMENT OF THE CURRENT STATE AND PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT
OF THE COAL MINING INDUSTRY OF THE SIBERIAN FEDERAL DISTRICT
IN THE CONTEXT OF DIGITAL TRANSFORMATION

V.I. Guseva, V.V. Bologova, L.V. Arlakova

Abstract. The article presents an analysis of the structure of electricity generation and consumption of fuel and energy resources in the Siberian Federal District, an analysis of the state of fixed assets, an assessment of the financial condition of SUEK-Kuzbass JSC, and an analysis of the structure of the cost of coal production. The formation of a powerful energy base in Siberia is the most important prerequisite for the creation of large, economically important complexes of energy-intensive industries and production facilities for the processing of hydrocarbon raw materials. The formation of large transnational vertically integrated companies in Siberia has led to a smaller decline in the economic indicators of the development of the Siberian regions compared to the European regions. The article presents an assessment of the impact of the introduction of digital technologies on the efficiency of economic activities of coal mining enterprises. An assessment of the current state of the coal mining industry in the Siberian Federal District made it possible to identify the main directions and prospects for its development in the context of digitalization.

Keywords: energy; coal industry; Siberian Federal District; digital transformation; consumption of fuel and energy resources.

Введение. Энергетика – основа развития производительных сил и создания материально-технической базы Сибирского региона. Отрасль объединяет группу производств, занятых добычей и транспортировкой топлива, выработкой энергии и передачей ее к потребителю, включая топливную промышленность и электроэнергетику. Сибирь является самым богатым по энергоресурсам регионом России (доля в общем объеме каждого вида энергоресурса по РФ составляет: газ – 85 %; нефть – 65 %; древесина – 50 %; гидроресурсы – 45 %; уголь – 80 %) [1–3].

Формирование в Сибири мощной энергетической базы – важнейшая предпосылка создания здесь крупных, имеющих народнохозяйственное значение комплексов энергоемких производств, производств по переработке углеводородного сырья. Формирование на территории Сибири крупных транснациональных вертикально интегрированных компаний обусловило снижение экономических показателей развития сибирских регионов по сравнению с европейскими регионами.

Для современного состояния собственных энергетических рынков России характерна крайняя неравномерность размещения производства и потребления энергетических ресурсов: в Сибири производится 78 %, а расходуется 25 % энергоресурсов [1, 4]. Очевидно, что Сибирь была и остается главной топливно-энергетической базой России и играет решающую роль в топливно- и энергоснабжении многих регионов России. Решение текущих, а главное стратегических проблем, связанных с развитием ТЭК Сибири, имеет исключительное значение. Именно поэтому Правительство РФ в Стратегии экономического развития Сибири отдельным пунктом выделило решение энергетических проблем.

В статье представлен анализ структуры выработки электроэнергии и потребления топливно-энергетических ресурсов в Сибирском федеральном округе, анализ состояния основных фондов, приведены оценка финансового состояния АО «СУЭК-Кузбасс» и анализ структуры себестоимости добычи угля. Приведена оценка влияния внедрения цифровых технологий на эффективность экономической деятельности угледобывающих предприятий.

Выработка электроэнергии по видам генерации в Сибирском федеральном округе. Территория Сибирского федерального округа (СФО) составляет 4944,3 тыс. кв. км (25,47 % территории России), население на 1 января 2021 года – 17,1 млн. человек. В состав СФО входят 10 субъектов Российской Федерации, в том числе: 3 республики (Алтай, Тыва, Хакасия); 2 края (Алтайский, Красноярский); 5 областей (Иркутская, Кемеровская, Новосибирская, Омская, Томская). Административный центр – г. Новосибирск.

Электроэнергетика Сибирского федерального округа представлена тремя видами генерации: тепловой, гидравлической и солнечной. Атомных электростанций в районе нет. Основную нагрузку по обеспечению спроса на электроэнергию в ОЭС Сибири в 2021 г. несли ГЭС и ТЭС (таблица 1).

Таблица 1 – Выработка электроэнергии в ОЭС Сибири в 2021 г. [2]

| Вид генерации | Выработка электроэнергии, млн кВт-ч/год | Изменение выработки, % |
|---------------|-----------------------------------------|------------------------|
| ГЭС | 127 801,1 | +8,5 |
| ТЭС | 87 737,9 | -1,4 |
| СЭС | 365,8 | +32,1 |

В настоящее время обеспечение населения электроэнергией СФО осуществляется Филиалом системного оператора – ОДУ Сибири. Режимом работы объединенной энергосистемы СФО управляет филиал АО «СО ЕЭС» ОДУ Сибири.

Суммарные объемы потребления и выработки электроэнергии в ОЭС Сибири представлены в таблице 2. Без учета влияния дополнительного дня високосного 2020 года потребление электроэнергии в ОЭС Сибири увеличилось на 4,1 %, а выработка электроэнергии – на 4,6 %.

Рост потребления электричества объясняется отсутствием заметного влияния карантинных мер на фоне масштабного их ввода в 2020 г., а также увеличением спроса на крупных предприятиях металлургии, машиностроения, химической промышленности, нефтегазовой отрасли, а также на электрифицированном железнодорожном транспорте.

Кроме того, увеличение выработки электрической энергии на электростанциях ЕЭС России отразилось на объемах электропотребления на собственные нужды электростанций.

Таблица 2 – Объемы потребления и выработки электроэнергии в СФО по данным Филиала Системного оператора – ОДУ Сибири [3]

| Энергосистема | Выработка, млн кВт-ч/год | Прирост относительно 2020 г., % | Потребление, млн кВт-ч/год | Прирост относительно 2020 г., % |
|-------------------------------------|--------------------------|---------------------------------|----------------------------|---------------------------------|
| Забайкальский край | 7214,8 | -0,6 | 8263,4 | 0,9 |
| Республика Бурятия | 4625,0 | -3,8 | 5624,9 | 2,0 |
| Иркутская область | 65 041,1 | 9,0 | 59 253,1 | 5,9 |
| Красноярский край и Республика Тыва | 59 402,7 | 2,7 | 48 596,6 | 2,3 |
| Республика Хакасия | 32 611,6 | 8,4 | 16 766,3 | 1,1 |
| Кемеровская область | 18 646,6 | -8,7 | 31 797,8 | 1,6 |
| Томская область | 3493,6 | 18,6 | 8110,4 | 6,6 |
| Новосибирская область | 12 790,8 | 3,5 | 17 093,9 | 7,1 |
| Республика Алтай и Алтайский край | 5980,6 | 3,4 | 10 839,5 | 4,3 |
| Омская область | 6097,8 | 4,8 | 10 976,0 | 6,0 |
| Итого | 215 904,8 | 4,3 | 217 321,8 | 3,8 |

Электроэнергетический комплекс объединения образуют 120 электростанций суммарной установленной мощностью 49012,5 МВт (по данным на 01.01.2022). Из них на долю гидроэлектростанций приходится 25 351,2 МВт (48,5 %), на долю тепловых электростанций – 26 478,1 МВт (50,7 %), солнечных электростанций – 400,2 МВт (0,8 %). Основная электрическая сеть ОЭС Сибири сформирована на базе линий электропередачи в габаритах класса напряжения 110, 220, 500 и 1150 кВ. Общая протяженность линий электропередачи составляет 102 807 км (по данным на 01.01.2023).

Суммарная установленная мощность тепловых электростанций ОЭС Сибири составляет 26 478,1 МВт, на их долю приходится (50,7 %) генерирующих мощностей объединенной энергосистемы Сибири.

В таблицах 3 и 4 приведены данные по величине установленной мощности и видам используемого топлива.

Таблица 3 – Установленная мощность электроэнергетических предприятий СФО [3]

| Территория | Площадь территории, тыс. кв. км | Количество населения, млн чел. | Суммарная установленная электрическая мощность, МВт | Количество объектов генерации |
|----------------------------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------------|
| Кемеровская область – Кузбасс, Томская область | 410,17 | 3,7 | 6 409,20 | 23 |
| Красноярский край, Республика Тыва | 2 508,7 | 3,2 | 15 965,0 | 19 |
| Новосибирская область, Алтайский край и Республика Алтай | 439,5 | 5,36 | 4 723,90 | 26 |
| Иркутская область | 774,8 | 2,4 | 13 091 | 18 |
| Республика Хакасия | 61,9 | 0,53 | 7 162,20 | 6 |
| Омская область | 141 | 1,9 | 1661,2 | 8 |

Таблица 4 – Установленная мощность и вид используемого топлива по основным объектам генерации СФО [3]

| Основные объекты генерации | Установленная электрическая мощность, МВт | Установленная тепловая мощность, Гкал/ч | Потребляемое топливо/марка |
|---------------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| Кемеровская область – Кузбасс, Томская область | | | |
| Томь-Усинская ГРЭС | 1345,4 | 194,0 | Уголь |
| Беловская ГРЭС | 1260,0 | 254,7 | Уголь |
| ГТЭС Новокузнецкая (АО «Кузбассэнерго») | 297,4 | – | Природный газ |
| Южно-Кузбасская ГРЭС (ПАО «Южно-Кузбасская ГРЭС») | 554,0 | 581,0 | Уголь |
| Западно-Сибирская ТЭЦ (АО «ЕВРАЗ ЗСМК») | 600,0 | 1307,5 | Уголь, коксовый и доменный газ |
| Кемеровская ГРЭС (АО «Кемеровская генерация») | 485,0 | 1540,0 | Уголь (Д) |
| Ново-Кемеровская ТЭЦ (АО «Ново-Кемеровская ТЭЦ») | 580,0 | 1449,0 | Уголь (Д) |
| Кузнецкая ТЭЦ (АО «Кузнецкая ТЭЦ») | 108,0 | 890,0 | Уголь (ДГР) |
| Томская ГРЭС-2 | 288,0 | 815,0 | Основное – кузнецкий уголь, резервное – природный газ, растопочное – мазут |
| Томская ТЭЦ-3 (АО «Томская генерация») | 140,0 | 780,0 | Основное – природный газ, резервное – мазут |
| ТЭЦ «СХК (АО РИР)» | 399,0 | 1610,8 | Основное – природный газ, резервное – уголь |
| Красноярский край, Республика Тыва | | | |
| Красноярская ГЭС (АО «ЕвроСибЭнерго») | 6000,0 | – | – |
| Березовская ГРЭС (ПАО «Юнипро») | 2400,0 | 893,0 | Уголь |

| | | | |
|----------------------------------------------------------|--------|----------|---------------------------------------------------|
| Красноярская ГРЭС-2 (АО «Енисейская ТГК (ТГК-13)») | 1260,0 | 976,0 | Уголь |
| Назаровская ГРЭС (АО «Назаровская ГРЭС») | 1373,0 | 300 | Уголь (бурый) |
| Богучанская ГЭС (АО «Богучанская ГЭС») | 2997,0 | – | – |
| Новосибирская область, Алтайский край и Республика Алтай | | | |
| Новосибирская ТЭЦ-2 | 345,0 | 920,0 | Уголь |
| Новосибирская ТЭЦ-3 | 497,0 | 945,0 | Бурый уголь (Назаровского месторождения) |
| Новосибирская ТЭЦ-4 | 384,0 | 1120,0 | Уголь |
| Новосибирская ТЭЦ-5 | 1200,0 | 2730,0 | Уголь |
| Барабинская ТЭЦ (АО СИБЭКО) | 101,0 | 293,0 | Уголь |
| Новосибирская ГЭС (ПАО «РусГидро») | 490,0 | – | – |
| Барнаулская ТЭЦ-2 | 300,5 | 1148,0 | Уголь |
| Барнаулская ТЭЦ-3 | 445,0 | 1450,0 | Бурый уголь |
| Бийская ТЭЦ-1 (АО «Барнаулская генерация») | 529,7 | 1085,5 | Уголь |
| ТЭЦ АКХЗ (АО «Алтай-Кокс») | 200,0 | 1321,0 | Коксовый газ |
| Иркутская область | | | |
| Братская ГЭС | 4500 | – | – |
| Усть-Илимская ГЭС | 3840,0 | – | – |
| Иркутская ГЭС | 711,8 | – | – |
| Иркутская ТЭЦ-10 | 1110,0 | 563,0 | Уголь |
| Иркутская ТЭЦ-9 | 540,0 | 2 402,50 | Уголь |
| Ново-Иркутская ТЭЦ | 708,0 | 1850,4 | Уголь |
| Усть-Илимская ТЭЦ | 515,0 | 1070,0 | Уголь |
| Иркутская ТЭЦ-11 | 320,3 | 1056,9 | Основное – бурый уголь, растопочное – мазут |
| Иркутская ТЭЦ-6 | 282,0 | 1743,40 | Основное – бурый уголь, растопочное – мазут |
| Ново-Зиминская ТЭЦ | 260,0 | 818,70 | Бурый уголь |
| Республика Хакасия | | | |
| Саяно-Шушенская ГЭС (ПАО«РусГидро») | 6400,0 | – | – |
| Майнская ГЭС (ПАО «РусГидро») | 321,0 | – | – |
| Абаканская ТЭЦ (АО «Енисейская ТГК (ТГК-13)») | 406,0 | 700,0 | Уголь |
| Омская область | | | |
| Омская ТЭЦ-3 (АО «ТГК-11») | 445,20 | 1132,24 | Основное – природный газ, вспомогательное – мазут |
| Омская ТЭЦ-4 (АО «ТГК-11») | 385,00 | 900,0 | Основное – уголь, природный газ |
| Омская ТЭЦ-5 (АО «ТГК-11») | 735,00 | 1763,0 | Экибастузский каменный уголь |

Данные по самым крупным ТЭС, входящим в состав ОЭС Сибири, представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Установленная мощность и вид используемого топлива по основным объектам генерации СФО [4]

| Самые крупные ТЭС СФО | Мощность, МВт |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Березовская ГРЭС (ПАО «Юнипро») | 2410 |
| Томь-Усинская ГРЭС (АО «Кузбассэнерго») | 1345,4 |
| Назаровская ГРЭС (АО «Назаровская ГРЭС») | 1313 |
| Красноярская ГРЭС-2 (АО «Енисейская ТГК (ТГК-13)») | 1274 |
| Беловская ГРЭС (АО «Кузбассэнерго»). На её долю приходится около 1/3 всей электроэнергии, которая вырабатывается на территории Кемеровской области – Кузбасса | 1260 |
| Новосибирская ТЭЦ-5 (АО «СИБЭКО») | 1200 |
| Гусиноозерская ГРЭС (АО «Интер РАО – Электрогенерация») | 1224 |
| Иркутская ТЭЦ-10 (ООО «Байкальская энергетическая компания») | 1110 |
| Ново-Иркутская ТЭЦ | 705 |
| Читинская ТЭЦ-1 | 452,8 |
| Норильская ТЭЦ-2 | 425 |

Анализ структуры потребления топливно-энергетических ресурсов (уголь, газ) в Сибирском федеральном округе. Добывающие предприятия (% доли рынка). Данные о потребляемом топливе на основных энергетических предприятиях СФО представлены в таблице 4 и на рисунках 1 и 2.

Основных генерирующих объектов – 42:

28 (67 %) – используют уголь, как основное топливо;

8 (19 %) – ГЭС;

6 (14 %) – используют другое топливо (природный газ, коксовый газ).

Доминирующее положение в России все-таки занимают газовые ТЭЦ – с западной стороны Урала, где еще с 1970-х г. усиленно развивалась сеть магистральных и региональных газопроводов, тепловую энергетику давно перевели на «голубое топливо». А вот в Сибири и частично на Дальнем Востоке ТЭС исторически и до сих пор сжигают уголь – либо каменный (главным образом, с месторождений Кузнецкого угольного бассейна в Кемеровской области), либо бурый (Канско-Ачинский бассейн в Красноярском крае и др.).

По данным международного энергетического агентства (МЭА) – уголь по-прежнему лидирует в мировом производстве электроэнергии, составляя 35,4 % мирового производства электроэнергии в 2022 г., за ним следуют природный газ (22,7 %) и гидроэлектростанции (14,9 %), возобновляемые источники (14,4), атомная энергетика (9,2 %), мазут (2,5 %), другие виды топлива (0,9 %) [3].

На территории СФО основные объемы энергетических и коксующихся углей добываются в Кузнецком угольном бассейне. По масштабам добычи Кузбасс является ведущим в России, и входит в ТОП-5 крупнейших угольных месторождений мира. Уголь, добытый из его недр, поставляется в европейскую часть страны и экспортируется за рубеж. В электроэнергетике округа также задействованы угли Канско-Ачинского бассейна.

Любая угольная ТЭС работает не на «каком-то угле», а на угле конкретной марки, удовлетворяющем четким сертификационным характеристикам.

Главные из качественных характеристик – это теплота сгорания, зольность, влажность, содержание серы и азота, химический состав золы, температура ее плавления и гранулометрический состав, коэффициент размолотоспособности и т. д. А также – выход летучих веществ, который показывает, сколько газообразных горючих веществ образуется при нагревании того или иного угля. Именно этот показатель является критерием отнесения угля к той или иной марке. Чем он выше, тем проще «разжечь» топливо. Разные марки – разные характеристики, но именно по ним и стоит сравнивать угли, сжигаемые на той или иной станции (таблица 6).



Рисунок 1 – Структура потребления топлива на ТЭС России



Рисунок 2 – Структура потребления топлива на ТЭС СФО

Таблица 6 – Основные марки угля, используемые на генерирующих предприятиях СФО

| Марки угля | Теплота сгорания (калорийность) |
|------------------------------|---------------------------------|
| Д (длиннопламенный) | 4700–5800 ккал/кг |
| ДГ (длиннопламенный газовый) | 4700–7000 ккал/кг |
| Г (газовый) | 7500–8000 ккал |
| СС (слабоспекающийся) | 8000–8500 ккал |
| Б (бурый) | 4000–5500 ккал |

Каждая конкретная ТЭЦ или ГРЭС проектируется под определенную марку угля – такой уголь будет для станции проектным топливом. Выбор, как правило, обусловлен целым комплексом различных факторов: экономических, географических, технических и т. п. На практике существует два варианта размещения ТЭС как генерирующего предприятия, которое производит и электрическую, и тепловую энергию (для котельных эти факторы не столь существенны).

Первый – в непосредственной близости от потребителя. Обычно речь идет о крупном промышленном узле, большой городской агломерации, где нужны электроэнергия, пар, тепло. Тем самым обеспечиваются минимальные затраты на передачу электрической и тепловой энергии. Этот вариант размещения характерен для большинства теплофикационных станций, согревающих и освещающих конкретные города. В таком случае поставки угля становятся зависимы от железнодорожной логистики, тем более что речь обычно идет о ежесуточных эшелонах. По такой схеме работают ТЭЦ в Омске, Новосибирске, Красноярске, Томске, Иркутске и других городах Сибири. Короткое «плечо доставки» от места добычи до электростанции позволяет существенно сокращать транспортные издержки

и выстраивать единую эффективную производственную цепочку от добычи до последующей переработки угля в электрическую и тепловую энергию.

Второй вариант – размещение ТЭЦ рядом с месторождением топливно-энергетического сырья. Это классическая схема строительства тепловой электростанции «на борту угольного разреза». С экономической точки зрения это позволяет снизить издержки на транспортировку топлива. Также этот вариант характерен и для размещения мощных ГРЭС. Так, Березовская ГРЭС в Красноярском крае (входит в структуру «Юнипро») построена в 15 км от разреза Канско-Ачинского бурогоугольного месторождения, причем топливо поступает на станцию по транспортеру. Назаровская ГРЭС (входит в СГК) – в 5 км от «родного» для нее угольного месторождения.

Выбор проектного топлива – это всегда результат серьезного анализа, расчетов. Потому что с учетом характеристик проектного топлива создается проект будущей ТЭЦ и производится необходимое для нее основное и вспомогательное оборудование, в том числе котлы для сжигания топлива.

Основными параметрами угля, влияющими на его выбор, являются его теплота сгорания, содержание серы, влаги, золы и других примесей. Теплота сгорания определяет количество тепловой энергии, выделяющейся при сгорании определенного объема угля. Содержание серы является важным показателем, так как выхлопные газы, содержащие серу, могут приводить к загрязнению атмосферы.

Однако выбор угля для ТЭЦ зависит не только от его химического состава, но и от его логистических и экономических характеристик. Важными параметрами являются: расстояние от месторождения угля до ТЭЦ, стоимость его добычи и транспортировки, а также наличие необходимых инфраструктурных возможностей. Правильный выбор угля позволяет обеспечить эффективную работу энергосистемы, минимизировать негативное влияние на окружающую среду и экономить ресурсы.

Таким образом, выбор угля для ТЭЦ является сложным и многогранным процессом, включающим учет множества факторов. Он должен быть основан на балансе между химическими, физическими, экологическими и экономическими параметрами. В настоящее время научное сообщество и энергетические компании активно исследуют и внедряют новые технологии, которые позволят максимально использовать эффективность работы ТЭЦ и сократить негативное воздействие на окружающую среду.

Основные параметры угля, влияющие на эффективность энергосистемы, включают содержание золы, серы и влаги. Высокое содержание золы значительно увеличивает загрязнение окружающей среды и требует дополнительных мер по очистке выхлопных газов. Содержание серы имеет прямое влияние на экологические характеристики энергосистемы, поскольку выделение сернистых соединений в атмосферу приводит к загрязнению воздуха и образованию кислотных осадков. Высокое содержание влаги в угле ухудшает процесс сгорания и снижает эффективность энергопроизводства.

Более высококачественный уголь, содержащий низкое количество золы, серы и влаги, способствует повышению эффективности работы энергосистемы. Меньшее количество дополнительных процессов по очистке выхлопных газов позволяет снизить затраты на эксплуатацию станции и улучшить экологическую ситуацию в регионе. Кроме того, использование качественного угля повышает тепловую эффективность, увеличивая выход энергии при сгорании топлива.

Таким образом, правильный выбор угля является важным аспектом энергетической отрасли. Он влияет на эффективность энергосистемы и окружающую среду, а также на эффективность и экономическую состоятельность работы тепловых электростанций.

По данным Росстата, добыча угля в России в 2021 г. составила 432 млн т (рисунок 3, таблица 7).

СУЭК – одна из крупнейших интегрированных энергетических компаний мира, ведущий производитель угля, тепла и электроэнергии и один из крупнейших вагонных и портовых операторов в России. Конкурентные преимущества СУЭК: вертикально интегрированная бизнес-модель с обширными запасами угля высокого качества, рентабельные добывающие активы и современные обогатительные фабрики с системой контроля качества, высокоэффективные электростанции и развитая сбытовая сеть, широкий спектр углей с низким содержанием серы и азота, а также выгодное географическое расположение и представительство на всех ключевых рынках. СУЭК является крупнейшим поставщиком



Рисунок 3 – Добыча угля в России (по данным Росстата), млн т

Таблица 7 – Рейтинг крупнейших российских производителей угля по объемам добычи в 2021 году

| Крупнейшие производители российского угля | Объем добычи, млн т |
|-------------------------------------------|---------------------|
| АО УК «Кузбассразрезуголь» | 38,8 |
| АО «СУЭК-Кузбасс» | 32 |
| ООО «ЕвразХолдинг» | 23,3 |
| АО ХК «СДС-Уголь» | 19,3 |
| АО «СтройСервис» | 16,7 |
| АО «Русский Уголь» | 14,7 |
| ООО УК «Эльга Уголь» | 14,7 |
| Еп+Group | 14,5 |
| ПАО «КТК» | 12,7 |
| РУХ «Сибуглемет» | 11,4 |
| Прочие | |
| Всего | |

энергетического угля на российский рынок, производитель тепла № 1 и один из главных производителей электроэнергии в Сибири с 27-ю теплоэлектростанциями. Установленная электрическая мощность – 17,6 ГВт, установленная тепловая мощность – 26,500 Гкал/ч. Ключевые активы компании [2]:

- 25 шахт и разрезов;
- 10 обогатительных фабрик и установок;
- 27 ТЭС;
- 5 портов.

На рисунке 4 приведена диаграмма выработки электроэнергии ведущими компаниями.

Анализ состояния основных фондов и результатов финансовой деятельности угледобывающего предприятия

В число угольных активов СУЭК в Кемеровской области – Кузбассе входит: семь шахт («Комсомолец», «Талдинская-Западная 1», «Талдинская-Западная 2», «Имени А.Д. Рубана», «Имени В.Д. Ялевского», «Имени С.М. Кирова» и «7 ноября – Новая») и три разреза («Заречный», «Заречный-Северный» и «Камышанский»).

Бухгалтерская отчетность и финансовые результаты энергетической компании СУЭК (Приложение № 2).

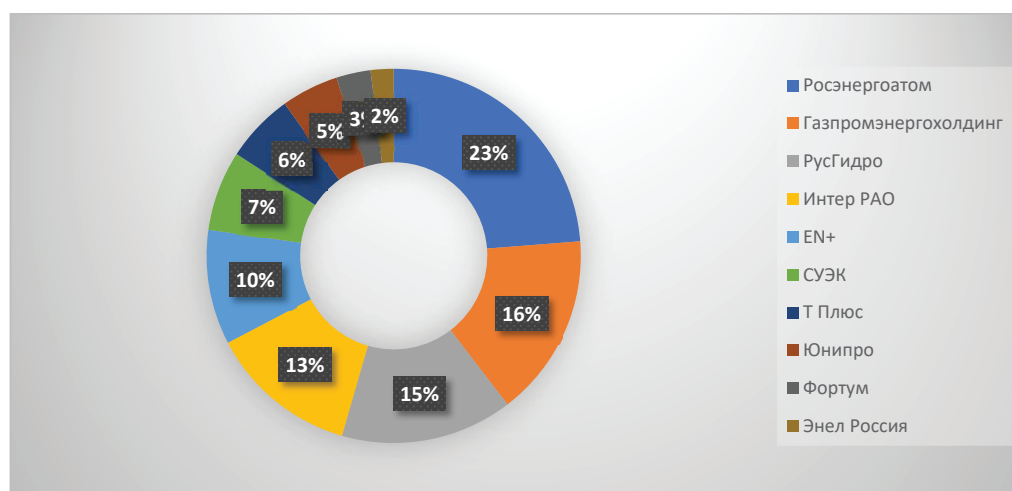


Рисунок 4 – Выработка электроэнергии ведущими российскими компаниями в 2021г., в %

Краткий анализ баланса АО СУЭК-Кузбасс

Изменение капитала и резервов, а также сумма внеоборотных и всех активов организации представлены на рисунке 5 [3]:

Краткий анализ финансовых результатов

Основные показатели результатов деятельности энергетической компании СУЭК-Кузбасс, включая показатель прибыли до вычета процентов и налогов (ЕВИТ), приведены на рисунке 6.

На основании финансового анализа компании выручка за 2022 год составила 240 028 млн руб. (+31 % за год); активы компании на 31 декабря 2022 г. – 202 719 млн руб. (+37 % за год); чистые активы на 31 декабря 2022 г. – 121 268 млн руб. (+124 % за год), чистая прибыль за 2022 год – 55 207 млн руб. (+27 % за год).

В последнее время, в связи с запретом на поставки российского угля в страны ЕС, проблемами с транспортной инфраструктурой, увеличением налогов и железнодорожных тарифов и т. д., рынок угля стал очень нестабильным. Поэтому тема оптимизации себестоимости угледобывающих предприятий стала довольно актуальной, так как данная отрасль является объектом отечественных и зарубежных инвестиций.

Анализ структуры издержек и их влияние на себестоимость угля

На примере АО «СУЭК-Кузбасс» рассмотрим формирование себестоимости угля. Крупнейшими инвестиционными проектами в последнее время можно считать полную замену устаревших проходческих комбайнов избирательного действия на современные комбайны фронтального типа, что позволило сократить затраты на оплату труда за счет увеличения его производительности. Следует отметить строительство новых очистных сооружений взамен устаревших отстойников, которые позволят очищать шахтную воду до состояния, пригодного для использования в технологических нуждах, что в свою очередь приведет к экономии потребления воды.

Анализ финансовой отчетности показал, что себестоимость угля в 2022 г. увеличилась на 9 % по сравнению с 2021 г., и на 22,1 % по сравнению с 2019 годом. Анализ затрат, влияющих на себестоимость, показал, что произошло их увеличение. Данное увеличение связано с увеличением добычи угля.

Кроме того, на эти изменения больше всего повлияла статья «прочие затраты» и «амортизация». За счёт работы угольной техники увеличиваются амортизационные отчисления. А увеличение прочих затрат связано с отчислениями на:

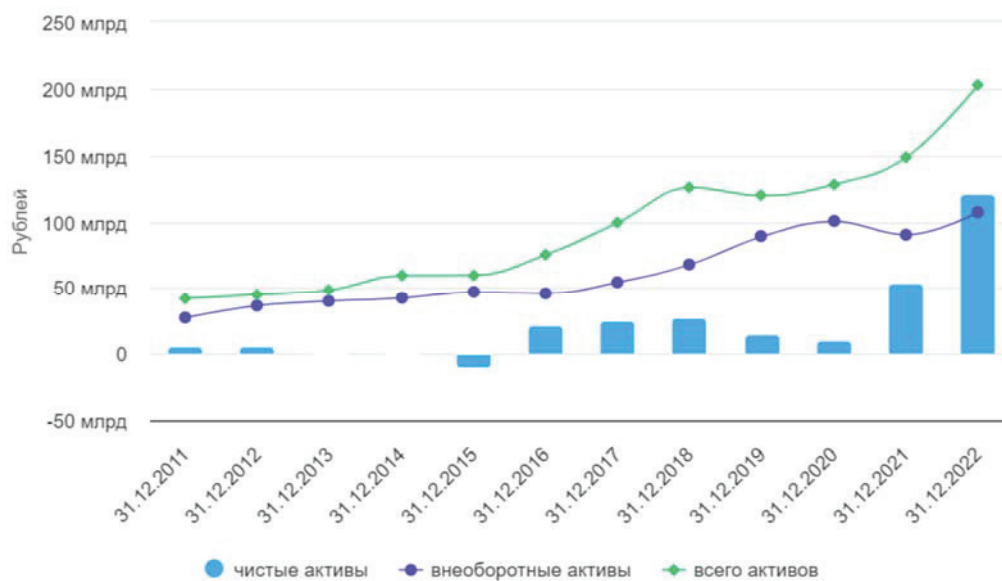


Рисунок 5 – Изменение капитала и резервов, а также сумма внеоборотных и всех активов. Основные показатели результатов деятельности энергетической компании АО «СУЭК-Кузбасс»

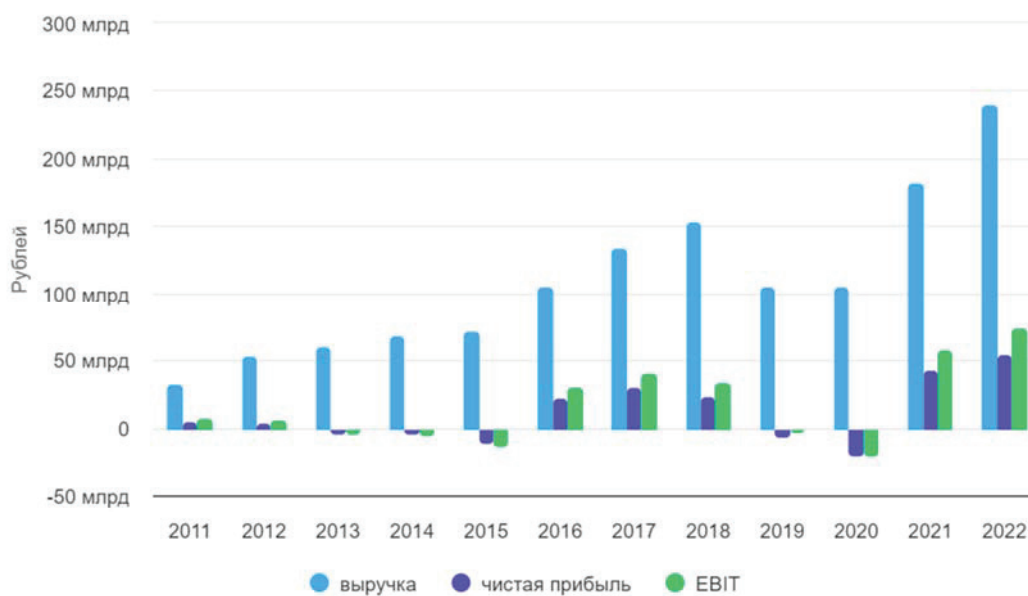


Рисунок 6 – Основные показатели результатов деятельности энергетической компании АО «СУЭК-Кузбасс»

- ремонтный фонд;
- платежи на страхование жизни определенных категорий сотрудников.

Несколько уменьшились затраты по статье «материальные затраты», отмечена незначительная экономия электроэнергии. Снижение затрат на теплоснабжение и использование бульдозеров с низким тарифом в целом дало эффект значительного снижения себестоимости работ.

Таким образом, увеличение добычи в угольной промышленности может быть определено путем увеличения прямых и косвенных издержек или путем увеличения переменных издержек и прибыли.

На себестоимость угольной продукции также влияют «внешние (не зависящие от предприятия) и внутрипроизводственные (зависят от работы предприятия) изменения». Все перечисленные факторы влияют на себестоимость угля не отчужденно, а при их взаимодействии.

Все это позволяет сделать вывод, что при анализе себестоимости продукции угледобывающих предприятий обязательно следует учитывать все факторы и все особенности конкурентной среды. В условиях современной экономики, когда главной задачей на любом предприятии является повышение его экономической эффективности, оптимизация себестоимости играет главенствующую роль.

Приведем возможные источники снижения себестоимости АО «СУЭК-Кузбасс»:

- введение системы контроля и учета повторного использования расходных материалов;
- введение контроля и оценки факторов себестоимости продукции;
- введение более тщательного контроля за состоянием оборудования во избежание простоев в связи с поломками.

Влияние цифровизации на технологический процесс, величину и структуру себестоимости угля

Цифровая трансформация экономики является глобальным трендом. Цифровизация становится стратегическим приоритетом для большинства компаний независимо от отраслевой принадлежности, формы собственности и специфики бизнеса. Стратегический анализ деятельности мировых лидеров в горнодобывающей отрасли показал, что первоочередной шаг в направлении цифровизации связан с изменением системы стратегического управления и созданием центра цифровой трансформаций.

Задачи цифровизации угольной отрасли:

- выстраивание сквозных, кросс-функциональных потоков данных, принятие решения на основе данных;
- снижение производственных затрат за счет внедрения цифровых решений;
- повышение производительности за счет внедрения цифровых решений;
- повышение уровня промышленной безопасности;
- оперативное управление рисками воздействия производства на окружающую природную среду.

Выделение уровней цифровизации горнодобывающего предприятия:

- автоматизированное производство,
- управление цифровыми потоками,
- «умное производство».

Основные стратегические приоритеты цифровизации угольной отрасли Кузбасса:

- автоматизированные диспетчерские системы,
- управление надежностью оборудования,
- энергоэффективность производства,
- оботизация,
- цифровое моделирование,
- промышленная безопасность и охрана труда.

Предприятия угольной отрасли формируют собственный путь цифровой трансформации, самостоятельно определяя перечень необходимых цифровых технологий. Угольная промышленность Кузбасса в ближайшей перспективе станет крупнейшим региональным частным покупателем инноваций и технических решений. Цифровая трансформация угольной отрасли позволит автоматизировать

производственные процессы, повысить производительность труда и оборудования, уровень промышленной и экологической безопасности, показатели эффективности отрасли и улучшить качество жизни работников предприятия.

Цифровая трансформация угольной отрасли обеспечит автоматизацию большинства производственных процессов, что позволит управлять эффективностью добычи, увеличить рентабельность предприятий отрасли, приведет к росту производительности труда и повышению конкурентоспособности, а также внедрение цифровых технологий станет одним из важнейших путей по снижению аварийности и травматизма на производстве.

В рамках программы цифровизации производственных процессов в Угольном дивизионе АО «СУЭК» стартовал проект внедрения автоматизированной системы управления производством на основе сквозных процессов управления горными работами и обогатительной фабрикой. Проект рассчитан на три этапа и будет реализован в период с 2022 по 2024 год [2].

В результате предполагается снизить затраты на всех участках производственного процесса, повысить на 4 % производительность работы карьерного транспорта и эффективность работы фабрики, сократить простои транспортного и добывающего оборудования, а также прогнозировать техническую готовность оборудования, вести системный учет и контроль качества угля в точках выгрузки, использовать возможности цифровых советчиков.

Проект реализуется на базе решений ГК «Цифра» при поддержке Российского фонда развития информационных технологий (РФРИТ). Уникальность внедряемой модели управления производством заключается в комбинации системы управления горнотранспортным комплексом АСУ ГТК «Карьер» V8 (разработка ГК «Цифра») и программно-аппаратного комплекса для управления производственными и технологическими данными «Единый диспетчерско-аналитический центр» (ЕДАЦ) на базе IoT платформы. Комплексное внедрение данных технологий в угольной отрасли в рамках одного проекта произойдет впервые. Связка АСУ ГТК «Карьер» и ЕДАЦ позволит полностью автоматизировать управление горными работами и обогатительной фабрикой и обеспечит сквозной процесс информатизации и прослеживаемость добываемого угля от разреза до отгрузки готовой продукции.

Первый этап предполагает внедрение новой версии платформы АСУ ГТК «Карьер» V8 с ее базовой функциональностью и контролем работы горнотранспортного оборудования, а также единого диспетчерского центра с последующей настройкой сбора данных, поступающих из АСУ ГТК «Карьер» V8. Полученный массив данных будет использован для мониторинга работы техники в режиме «реального времени». Второй этап включает доработку системы в части функций управления, мониторинга работы фабрики, внедрения системы управления лабораторными испытаниями. Наиболее интересным с точки зрения экономического эффекта является модуль оптимизации, который позволяет повысить производительность горнотранспортного комплекса не менее чем на 4 % за счет автоматического расчета потребности техники при управлении ГТК. На третьем этапе будут внедрены прикладной сервис для отслеживания влияния качества угля, поступающего на фабрику, эффективности ее работы, а также цифровые советчики по управлению технологическими процессами в режиме реального времени и система оперативного планирования «Разрез-Фабрика».

С 2017 по 2021 г. на угольных предприятиях АО СУЭК был внедрен пилотный проект «Автоматизированная система грузоперевозок на основе роботизированных самосвалов» (Роботизация). Цель проекта – разработка системы перевозки горной массы «роботами»-автосамосвалами, внедрение системы управления роботизированным комплексом и поддерживающей инфраструктуры. В рамках данного проекта выявлены потенциальные эффекты:

- производительность в части отношения количества рейсов к нормативному времени – (+21,9 % к норме выработки);
- снижение удельного расхода дизельного топлива – ≈ 11 %.

Компания «СУЭК-Кузбасс» успешно развивает новую интеллектуальную политику угольной промышленности России, к примеру, она получила патент на изобретение № 2767723 «Применение

цифровых двойников в автоматизированной системе для виртуального обучения пользователя работе в шахте, автоматизированная система для виртуального обучения пользователя работе в шахте и способ виртуального обучения пользователя работы в шахте». Новизной изобретения является виртуальное обучение работе в шахте. Сотрудники компании разработали программы, технические возможности которых позволяют в точности смоделировать объекты и производственные процессы, происходящие в шахте, благодаря этому появилась возможность обучать сотрудников в условиях существующей горной выработки.

В СУЭК внедрены и современные цифровые газоаналитические системы. На шахтах компании «СУЭК-Кузбасс» завершен переход на современную многофункциональную систему «МИКОН III». Аппаратура смонтирована и введена в эксплуатацию на шести угледобывающих предприятиях – шахтах «Имени А.Д. Рубана», «Комсомолец», «7 ноября-Новая», «Талдинская-Западная 1», «Талдинская-Западная 2», «Имени В.Д. Ялевского». На шахте «Имени С.М. Кирова» используется аналогичная система контроля и управления Davis Derby.

Система «МИКОН III» относится к третьему поколению шахтных информационно-управляющих систем разработки и производства российской компании «ИНГОРТЕХ». Она предназначена для автоматического непрерывного измерения параметров состояния промышленных и горно-технологических объектов, в том числе параметров шахтной атмосферы и микроклимата, технического и технологического состояния основного и вспомогательного технологического оборудования, осуществления местного и централизованного диспетчерского ручного, автоматизированного и автоматического управления оборудованием, обмена информацией с диспетчерским пунктом, обработки информации, ее отображения и хранения.

Одним из ее преимуществ является универсальность применения – возможность решения комплекса различных задач на общей программно-технической базе. Системой контролируются показатели запыленности в горных выработках, температуры и давления воздуха, концентраций метана, кислорода, водорода, углекислого и угарного газа и, при необходимости, других опасных и токсичных газов. В среднем на каждом предприятии установлено более 170 различных датчиков, осуществляющих непрерывный контроль за состоянием шахтной атмосферы.

На следующем этапе планируется внедрение цифровой системы АГК на обогатительных фабриках компании: Польшаевской, «Комсомолец», Талдинской-Западной. Также продолжается модернизация и совершенствование программного обеспечения системы АГК с проведением опытно-промышленных испытаний на шахтах.

Оснащение угледобывающих предприятий новым оборудованием, внедрение современных систем безопасности, приборов контроля и средств индивидуальной защиты являются приоритетными для Сибирской угольной энергетической компании. Ежегодные инвестиции, напрямую связанные с обеспечением безопасных условий труда на предприятиях АО «СУЭК-Кузбасс», составляют более девятисот миллионов рублей.

Заключение. Использование цифровых технологий для повышения эффективности всех рабочих процессов в угольной промышленности позволит применять трехмерное моделирование, создавать цифровые двойники, применять удаленное автоматизированное диспетчерское и дистанционное управление для оборудования. Все это будет способствовать повышению эффективности добычи на угольных предприятиях, изменит структуру себестоимости угольной продукции, а также повысит уровень безопасности персонала на предприятиях.

Применение цифровых технологий позволит получить существенный экономический эффект в долгосрочном периоде, однако это требует и значительных капитальных вложений на стартовом этапе внедрения.

Поступила: 18.10.2023; рецензирована: 01.11.2023; принята: 03.11.2023.

Литература

1. Таразанов И.Г. Итоги работы угольной промышленности России за январь-декабрь 2021 года / И.Г. Таразанов, Д.А. Губанов // Уголь. 2021. № 3. С. 31–43. DOI:10.18796/0041-5790-2021-3-31-43.
2. URL: <https://www.suek.ru/> (официальный сайт АО «СУЭК») (дата обращения: 17.06.2023).
3. URL: <https://www.so-ups.ru/> (официальный сайт АО «Системный оператор Единой энергетической системы») (дата обращения: 17.11.2022).
4. URL: <https://www.eeseaec.org/energeticeskij-profil-rossii> (официальный сайт аналитическо-информационного сайта Мировая энергетика) (дата обращения: 21.12.2022).