

ISSN 1995-2732 (Print), 2412-9003 (Online)  
УДК 622.271.3  
DOI: 10.18503/1995-2732-2023-21-4-13-22



## УСЛОВИЯ И ОПЫТ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ КОМПЛЕКСОВ НА БАЗЕ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ВОСТОЧНЫХ РЕГИОНОВ РОССИИ

Ческидов В.И., Гаврилов В.Л., Резник А.В., Немова Н.А.

Институт горного дела им. Н. А. Чинакала СО РАН, Новосибирск, Россия

**Аннотация. Постановка задачи (актуальность работы).** Роль угля в мировом энергетическом балансе, несмотря на ряд сложностей, остаётся высокой при росте объемов потребления, преимущественно странами Азии и Африки. Объемы добычи и экспорта угля из России будут возрастать за счёт её восточных регионов. Использование накопленных знаний о разработке крупных угольных месторождений позволяет организовать оценку и освоение новых объектов недропользования на более высоком качественном уровне. **Цель работы.** Анализ условий и опыта работы угледобывающих комплексов Кузбасса, КАТЭКа и Южной Якутии с позиций их последующего использования при освоении новых месторождений. **Используемые методы.** Анализ сведений о ресурсной базе, эффективности применяемых и планируемых к применению решений на предприятиях по добыче и поставкам угля потребителям. Синтез подходов к оценке и рациональному управлению крупными промышленными угольными комплексами. **Новизна.** Показано, что за основу крупных комплексов для открытой угледобычи повсеместно приняты наиболее значимые по запасам и качеству углей месторождения брахисинклинального типа с благоприятными горно-геологическими условиями. Выявлено несоответствие ряда проектных решений реальным условиям функционирования комплексов и эксплуатации разрезов, особенно в части заявленной потребности в угле, сложности горно-геологических условий разработки, выбора типов горно-транспортного оборудования и способов осушения. **Результат и практическая значимость.** Отмечено, что ресурсная база угольных комплексов достаточна для устойчивой длительной добычи, но их потенциальные природные возможности не всегда используются в полной мере. Рассмотрены тенденции развития промышленных комплексов с использованием кластерного подхода как организационной формы взаимодействия всех субъектов освоения месторождений и создаваемых на их основе цепочек поставок угольной продукции.

**Ключевые слова:** уголь, запасы, месторождение, брахисинклиналь, открытые горные работы, промышленный комплекс, кластер

*Работа выполнена в рамках проекта №121051900145-1.*

© Ческидов В.И., Гаврилов В.Л., Резник А.В., Немова Н.А., 2023

### Для цитирования

Условия и опыт формирования промышленных комплексов на базе угольных месторождений восточных регионов России / Ческидов В.И., Гаврилов В.Л., Резник А.В., Немова Н.А. // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2023. Т. 21. №4. С. 13-22. <https://doi.org/10.18503/1995-2732-2023-21-4-13-22>



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.  
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

# CONDITIONS AND EXPERIENCE OF ESTABLISHING INDUSTRIAL COMPLEXES AT COAL DEPOSITS IN THE EASTERN REGIONS OF RUSSIA

Cheskidov V.I., Gavrilov V.L., Reznik A.V., Nemova N.A.

Chinakal Institute of Mining, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia

**Abstract. Relevance.** Despite a number of difficulties, the role of coal in the global energy balance keeps remaining important with an increase in consumption volumes, mainly by Asian and African countries. The volumes of coal production and export from Russia will increase due to its Eastern regions. The use of accumulated knowledge about the development of large coal deposits contributes to the evaluation and development of new subsoil use objects at a higher qualitative level. **Objectives.** The research is aimed at analyzing the conditions and experience of the operation of the coal mining complexes of Kuzbass, the Kansk-Achinsk Coal Basin and South Yakutia from the standpoint of their subsequent use in the development of new deposits. **Methods Applied.** The analysis of information on the resource base, efficiency of solutions used and planned for use at enterprises for coal production and supply to consumers; synthesis of approaches to the assessment and rational management of large industrial coal complexes. **Originality.** It has been shown that large complexes for open-pit coal mining are based on the most important brachysyncline-type deposits in terms of coal reserves and quality with favorable mining and geological conditions. The authors revealed a discrepancy between a number of design solutions and the actual conditions of functioning of the complexes and the operation of open pits, especially in terms of the declared demand for coal, the complexity of mining and geological conditions for development, the choice of types of mining transport equipment and drainage methods. **Result and practical relevance.** It has been noted that the resource base of coal complexes is sufficient for sustainable long-term mining, but their potential natural resources are not always fully used. The paper describes trends in the development of industrial complexes using the cluster approach as an organizational form of interaction between all the facilities of deposit development and the coal products supply chains created on their basis.

**Keywords:** coal, reserves, field, brachysyncline, open-pit mining, industrial complex, cluster

*The research was conducted as part of Project No.121051900145-1.*

## For citation

Cheskidov V.I., Gavrilov V.L., Reznik A.V., Nemova N.A. Conditions and Experience of Establishing Industrial Complexes at Coal Deposits in the Eastern Regions of Russia. *Vestnik Magnitogorskogo Gosudarstvennogo Tekhnicheskogo Universiteta im. G.I. Nosova* [Vestnik of Nosov Magnitogorsk State Technical University]. 2023, vol. 21, no. 4, pp. 13-22. <https://doi.org/10.18503/1995-2732-2023-21-4-13-22>

## Введение

Рост населения в мире и необходимость объективного улучшения его благосостояния способствуют увеличению общего количества производимой энергии. Ряд экономически развитых стран активно декларирует курс на уменьшение применения угля, газа, ядерной энергии с максимально возможным переходом к середине XXI века на возобновляемые источники энергии (ВИЭ). Часто корректируемые и отличающиеся друг от друга прогнозы аналитических организаций мира и России свидетельствуют о том, что при опережающем развитии ВИЭ и увеличении её доли в глобальном топливном балансе традиционные источники, включая уголь, в целом не потеряют своего значения [1-3]. Нарастающая неопределенность в мире [4] будет способствовать тому, что глобальная роль твёрдого топлива, как самого распространённого, доступного и дешевого энергоносителя, может сохраниться на средне- и долгосрочную перспективу с сокращением его доли максимально на 14% к 2030 году и на 49% к 2050 году. В Азии, ряде развивающихся и экономи-

чески отсталых стран будет наблюдаться противоположная тенденция. В результате объёмы потребления угля на планете, достигшие в 2022 г. 8,3 млрд т, на краткосрочную перспективу должны сохраниться [5, 6]. Дополнительной причиной успешности реализации такого сценария является развитие эффективных чистых технологий утилизации угля, в первую очередь в электроэнергетике, позволяющих минимизировать негативное воздействие на окружающую среду [7].

На территории России в 22-х угольных бассейнах расположено 146 месторождений с запасами в 120 млрд т каменного угля, 146 млрд т – бурого и 9 млрд т – антрацитов. 63% всех запасов пригодны для открытой разработки. На начало 2022 года в стране действовало 126 разрезов и 50 шахт. 75% российской добычи угля осуществляется в азиатской части страны – в Кузнецком, Канско-Ачинском и Южно-Якутском, Минусинском, Горловском, Иркутском, Сахалинском, Буреинском бассейнах (рис. 1). А более 75 % угля добывается производительным, экономичным и безопасным открытым способом [8] и этот тренд по Энергетической стратегии РФ на период до 2035 года будет сохраняться.



Рис. 1. Добыча и направления перевозки угля в Сибири и на Дальнем Востоке в 2022 году, млн т  
Fig. 1. Coal production and transportation routes in Siberia and the Far East in 2022, million tons

С учетом текущего и прогнозируемого состояния внешнего и внутреннего рынка по Программе развития угольной промышленности России до 2035 года предполагается увеличить добычу угля до 485 млн т по консервативному сценарию и до 668 млн т по оптимистическому сценарию. Основное наращивание угледобычи намечается в Сибири и на Дальнем Востоке, что обусловлено наличием надежной ресурсной базы и растущей потребностью азиатских стран, в первую очередь Китая и Индии, в качественных углях. Основной объем добычи при этом будет производиться промышленными комплексами большой мощности с приоритетом открытого способа разработки. В таких условиях актуализируется целесообразность изучения условий формирования и анализа многолетнего опыта эксплуатации аналогичных объектов в восточных регионах России для последующего использования полученных синтезированных результатов при оценке, проектировании и освоении новых крупных и средних месторождений с максимально возможным уровнем использования их природного потенциала.

#### Методы и материалы исследования

Применен анализ сведений о ресурсной базе, используемых и планируемых к применению технических, технологических и организационных решений на действующих и новых предприятиях по добыче и поставкам угля потребителям на внутренний и внешний рынок, а также синтез подходов к оценке эффективности работы промышленных комплексов по добыче угля и рациональному системному управлению ими. Изучены условия освоения месторождений и обобщены их особенности. Информационной основой исследования послужили материалы периодической печати, геологические, проектные и производственные отчеты ряда предприятий, сформированные и пополняемые авторские базы данных по ряду ме-

сторождений и предприятий Кузбасса, Южной Якутии и КАТЭКа, другие аналитические источники.

#### Результаты исследования и их обсуждение

Государственным балансом запасов России по состоянию на начало 2022 года в Сибирском федеральном округе были учтены запасы углей 959-ти объектов (225 – действующие, 381 – подготовленные к освоению) в количестве 151,9 млрд т по категориям А+В+С<sub>1</sub> (разведанные), 62,6 млрд т – по категории С<sub>2</sub>. 37,3 млрд т отнесены к забалансовым. В структуре разведанных запасов на каменные угли приходилось 46,6%, коксующиеся – 21,5%, особо ценные марки – 10,7%. Для открытых работ пригодны 67,4% запасов, в том числе более востребованных рынком каменных углей 15,1%. Основная часть разведанных запасов угля округа приходится на Кузбасс (58,5%), Красноярский край (30,9%). В Дальневосточном федеральном округе учтены 183 месторождения (516 объектов). Разведанные балансовые запасы здесь составляли 25,2 млрд т, по категории С<sub>2</sub> – 10,8 млрд т, забалансовые – 6,5 млрд т. Для открытых работ пригодны 66,4% запасов, в том числе каменных углей – 15,6%, особо ценных – 6,4% (см. таблицу) [9-11].

Сравнение структуры запасов и добычи угля показывает, что более интенсивно отрабатываются месторождения каменного угля (СФО – доли в запасах 46,6% и добыче 80,2%, ДВО – 40,1 и 60,5%) преимущественно открытым способом (СФО – 67,4 и 79,4%, ДВО – 66,4 и 89,3%) с акцентом на извлечение более ценных марок угля. С использованием этих запасов, в дополнение к существующим мощностям, возможно строительство новых разрезов различной производительности с доведением суммарных объемов добычи в данных регионах до значений, удовлетворяющих потребности экономики в угле по любому из возможных сценариев развития отрасли.

Таблица. Запасы и добыча угля в Сибирском и Дальневосточном федеральных округах  
 T a b l e. Coal reserves and mining in the Siberian and Far Eastern federal districts

Федеральный округ / вид и марка угля	Балансовые запасы на 01.01.2022 г.			Добыча в 2021 г.	
	A+B+C <sub>1</sub>		C <sub>2</sub>	млн т	Доля, %
	млрд т	Доля в запасах, %			
<b>Сибирский</b>	<b>151,9</b>	<b>100</b>	<b>62,6</b>	<b>303,9</b>	<b>100</b>
Бурый	80,0	52,7	39,3	41,2	13,5
Каменный:	70,8	46,6	22,7	243,6	80,2
– коксующийся	32,6	21,5	6,2	71,9	23,7
– особо ценные марки	16,2	10,7	2,8	31,1	10,2
Антрацит	1,1	0,7	0,6	19,1	6,3
Для открытых работ	102,4	67,4	49,5	241,3	79,4
Бурый	78,9	51,9	38,0	41,2	13,5
Каменный:	22,9	15,1	11,2	181,0	59,6
– коксующийся	3,5	2,3	1,3	39,4	13,0
– особо ценные марки	0,5	0,4	0,1	7,6	2,5
Антрацит	0,6	0,4	0,4	19,1	6,3
<b>Дальневосточный</b>	<b>25,2</b>	<b>100</b>	<b>10,8</b>	<b>82,1</b>	<b>100</b>
Бурый	15,0	59,8	4,7	32,4	39,5
Каменный:	10,1	40,1	6,0	50,0	60,5
– коксующийся	4,4	17,4	2,8	24,7	30,0
– особо ценные марки	4,3	16,9	2,7	24,6	30,0
Антрацит	< 0,1	0,1	< 0,1	0,0	0,0
Для открытых работ	16,7	66,4	4,7	73,3	89,3
Бурый	12,8	50,8	3,2	32,3	39,3
Каменный:	3,9	15,6	1,5	41,0	50,0
– коксующийся	1,7	6,6	0,4	19,7	24,1
– особо ценные марки	1,6	6,4	0,4	19,7	24,0
Антрацит	<0,1	< 0,1	0,0	0,0	0,0

Опыт угледобычи в России говорит о том, что крупные месторождения в прошлом веке послужили основой для формирования территориально-производственных комплексов (ТПК), необходимость создания которых была обусловлена растущей потребностью в углях отечественных и зарубежных потребителей. В планы ТПК включали разрезы, шахты, предприятия по переработке угля, инженерные и транспортные коммуникации, производственную и социальную инфраструктуру, предприятия энергетики, черной металлургии. С учетом преимуществ открытого способа разработки месторождений формирование комплексов производилось, как правило, на базе разрезов. Условия и особенности создания ТПК рассмотрим на примере Ерунаковского (Кузбасс), Канско-Ачинского и Южно-Якутского, созданных в 70-80-е годы прошлого столетия в соответствии с советскими директивными решениями и которые продолжают работу и сейчас. Каменные энергетические угли Ерунаковского (разрез «Талдинский»)

предназначались в основном для обеспечения внутреннего рынка, бурые канско-ачинские – как топливная база энергетического комплекса, включающего разрез «Березовский-1» и Березовскую ГРЭС, дополненного далее разрезами «Назаровский», «Бородинский» и рядом других, менее мощных. Концентрат коксующихся углей, добываемых в Южной Якутии разрезом «Нерюнгринский» с проектной мощностью в 13 млн т в год, предназначался в основном для поставки в Японию в течение как минимум 15 лет в рамках межгосударственного соглашения. Окисленный уголь и промпродукт обогащения использовались для выработки электрической и тепловой энергии в восточных регионах страны. Анализируемые объекты на протяжении многих лет с той или иной степенью успешности способствовали достижению бизнес-интересов недропользователей и связанных с ними структур и явились одним из базисов социально-экономического развития районов их размещения, источником наполнения бюджетов разного уровня.

Важными элементами ТПК должны были стать новые крупные объекты: на юге Якутии ГЭС на горных реках региона, металлургическое производство, сырьевой базой для которого послужили бы Горкитское, Тарыннахское, Таежное, Дёсовское, Пионерское, Сиваглинское и другие железорудные месторождения. Планы в этой части остались не реализованными. В результате развитие региона ассоциируется с ценными марками угля для преимущественных поставок на экспорт, дополняемое добычей рудного золота и трубопроводной транспортировкой нефти и газа. В последние годы здесь построены шахты «Денисовская», «Игналинская», обогатительные фабрики, ряд малых разрезов. Активно развивается Эльгинский комплекс, начато строительство Сыллахского. В Ерунаковском ТПК построены разрезы «Талдинский Северный», «Ерунаковский», шахты «Кыргайская», «Котинская». В составе КАТЭК только в его западной части намечалось строительство 6-ти разрезов мощностью до 60 млн т угля в год, 4 ГРЭС мощностью до 6400 МВт, 7 энерготехнологических комбинатов для переработки каждым по 50 млн т углей в год и сопутствующих им объектов. Программа была реализована также частично (I очередь разреза «Березовский-1» мощностью 27,5 из 55 млн т/год, Березовская ГРЭС с тремя котлоагрегатами из восьми проектных, вспомогательными объектами, социальной и жилой сферой).

Анализ капитальных вложений в создание рассматриваемых ТПК [12] показывает, что на долю самих добывающих предприятий с производственной инфраструктурой пришлось 62,0-67,0% всех затрат. Расходование остальных средств было связано с созданием общерайонных объектов и жилищно-гражданским строительством (рис. 2). Высокая доля вложений в разрезы была связана со сложностью горно-геологических условий осваиваемых месторождений, значительным объёмом горно-капитальных работ, высокой стоимостью техники. В современных условиях практика создания объектов по добыче и переработке угля, в том числе в инфраструктурно неразвитых районах, свидетельствует о повсеместном отходе собственников предприятий от строительства капитального жилья в районах ведения горных работ в пользу вахтовых поселков с минимальным развитием производственной инфраструктуры.

Большое значение при обосновании направлений развития угледобычи и освоения новых угольных районов, безусловно, имеет выбор месторождения, наиболее пригодного для формирования промышленных комплексов. При оценке значимости, как правило, учитывается комплекс факторов: горно-геологические условия залежи (запасы, марка и качество угля, коэффициент вскрыши, угленосность), освоённость района (наличие транспортных коммуникаций, ЛЭП, производственных и жилых объектов); удаленность от потребителей угля; возможные экологические последствия от работы горного производства (площадь и ценность изымаемых земель, наличие

заповедников и заказников, источников вод), экономическая эффективность (чистый дисконтированный доход, рентабельность, окупаемость вложений) и др. Основные месторождения анализируемых ТПК представлены брахисинклинальными геологическими структурами, обладающими рядом благоприятных для ведения открытых горных работ особенностей [13]. Выделим следующие: изменение горизонтальной мощности пластов по площади и глубине из-за непостоянства значений углов их падения (от 0° в замковой части складки до 90° на ее крыльях); наличие участков с пологим залеганием пластов по их выходам под наносы и в замковой части мульды; различный метаморфизм углей по глубине, предопределяющий различия в марочном составе.

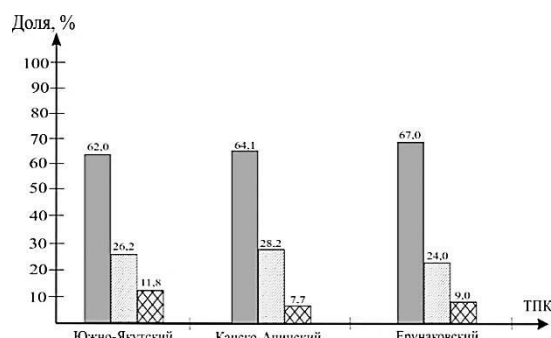


Рис. 2. Доля капитальных вложений при строительстве угольного комплекса: 1 – разрез; 2 – общерайонные объекты; 3 – гражданское строительство

Fig. 2. The share of capital expenditures in the construction of the coal complex: 1 is an open pit; 2 are general district facilities; 3 is civil construction

В свою очередь, эти условия обеспечивают возможность применения ряда технологических преимуществ. Они связаны с: целесообразностью поэтапного освоения залежей с регулируемым текущим коэффициентом вскрыши и целенаправленным формированием емкостей для внутреннего отвалообразования вскрышных пород; включением наиболее угленасыщенных участков полей разрезов в первоочередную отработку; использованием бестранспортной технологии вскрышных работ с перевалкой пород драглайнами в выработанное пространство; добычей угля на участках поля разреза, не включенных в первоочередную отработку, организацией временных отвалов пород и последующим их удалением в экономически обоснованные сроки. Указанные возможности максимально были реализованы разрезом «Талдинский» в части: этапности горных работ; широкого использования бестранспортной технологии, включая временные породные отвалы; внутреннего отвалообразования вскрышных пород. Такой результативный подход к освоению брахисинклинальных залежей находит применение и сегодня, например на Эльгинском месторождении коксующихся и энергетических углей, представленном свитой угольных пластов.

Анализ результатов функционирования ТПК позволяет выделить следующие моменты: недостаточно обоснованный прогноз потребности в углях на перспективу и связанный с ним завышенный объем строительства (на КАТЭК количество сжигаемых на Березовской ГРЭС углей разреза «Березовский-1» долго не превышало 5 млн т/год при проектной потребности 25 млн т/год); неполное соответствие применяемого оборудования горно-геологическим условиям осваиваемых месторождений, потребовавшее его замены при эксплуатации разрезов (Южная Якутия и КАТЭК); необходимость ввода в эксплуатацию в районе базового разреза, обеспечивающего полную потребность в углях, других горных предприятий; неполный учёт на стадиях геолого-экономической оценки и проектирования сложности строения месторождений и неоднородности в них свойств угля и вмещающих пород, обусловивший, например, в Южной Якутии снижение выхода концентрата из единицы погашаемых запасов и уменьшение доли ценных марок коксующегося угля.

Основное выемочное оборудование на разрезах «Нерюнгринский» и «Березовский-1» из-за ряда причин было заменено. В первом случае речь идет об экскаваторах фирмы «Magion» с ковшом 20 м<sup>3</sup>, которые по конструктивным и техническим характеристикам оказались не пригодными для экскавации крепких вскрышных пород (ограниченные усилия резания, не удовлетворительная кинематическая схема для конкретных горнотехнических условий). После недолгого использования они были заменены на отечественные и зарубежные машины, успешно эксплуатируемые до настоящего времени. Вскрышной комплекс непрерывного действия на разрезе «Березовский-1» в составе роторного экскаватора ЭРШРД-5250, межступенного перегружателя и отвалообразователя с длиной стрел 65 и 190 м успешно эксплуатировался первые 8 лет по толще слабосцементированных пород. После обнаружения крепких породных включений с коэффициентом крепости по шкале М.М. Протогьяконова до 14 их отработка роторными экскаваторами оказалась невозможной [14]. Комплекс был заменен на мехлопаты ЭКГ-10 и автосамосвалы. Неудачным оказалось и решение по осушению разреза подземным способом на основе сложной и дорогой дренажной системы, включавшей: ствол глубиной 114 м; подземные выработки по пласту со скважинами в массиве вскрышных пород общей протяженностью более 20 км. Опыт эксплуатации показал удовлетворительные результаты по углу и невысокую эффективность осушения вскрышного массива из-за его низкой фильтрационной способности. Важной причиной указанных нестыковок явилась неполная геологическая изученность залежей.

В сложившихся в отечественном минерально-сырьевом комплексе условиях функционирование предприятий даже в рамках одной цепочки поставок часто осуществляется разрозненно. В отработку вовле-

каются разбросанные по регионам угольные ресурсы с необоснованным расширением зон экологической напряженности. Это не всегда соответствует логике рационального недропользования. К примеру, вопрос повышения эффективности функционирования КАТЭК определяется, прежде всего, потребностью в угле, которая на четверть обеспечивается «малыми» разрезами (более 10 единиц). Но весь требуемый объем угля может быть произведен разрезами «Березовский-1», «Назаровский», «Бородинский» с масштабным снижением негативного воздействия на природную среду. Для разреза «Березовский-1» решающее значение, безусловно, имеет перспектива развития основного потребителя угля – Березовской ГРЭС. В настоящее время здесь используется лишь незначительная часть имеющихся технических возможностей перегрузочного комплекса с системой забойных и магистральных конвейеров, позволяющего выдавать до 25 млн т угля в год для полного покрытия потребности ГРЭС мощностью 6400 МВт. Согласованная работа разреза и электростанции возможна при единой системе управления с расширением объёмов добычи угля для более полного удовлетворения потребностей Алтайского края и Республики Алтай в энергии с использованием введенной ЛЭП-750.

В границах Ерунаковского угольного района добыча угля ведется подземным и открытым способами. Потенциальные возможности последнего, как более безопасного и экономичного, оцениваются на уровне 45-50 млн т в год. Подземную добычу угля целесообразно сосредоточить на месторождениях с запасами дефицитных сортов. Это особенно важно с позиций исключения серьезных аварийных ситуаций, имевших место, например, на шахте «Ульяновская».

ТПК, представлявшие сочетание субъектов хозяйствования в одном районе, при котором достигается эффект за счет формирования предприятий в соответствии с природными условиями, транспортным и природно-географическим положением района, способствовали в своё время повышению экономической эффективности функционирования отраслей и территорий. В условиях рыночной экономики и активного использования информационных технологий данная организационная форма стала не в полной мере учитывать влияние на результаты работы таких факторов, как: наличие частного капитала, малого и среднего бизнеса; децентрализованное управление; изменчивость и низкая предсказуемость внешней среды; конкуренция между предприятиями, включая находящиеся на одной территории; низкая способность адаптации участников ТПК к различным изменениям, платность и возвратность финансовых ресурсов [15]; возможность появления синергетического эффекта, при котором потенциал эффективно работающего объединения выше суммы потенциалов его отдельных субъектов [16].

Промышленные предприятия для повышения стабильности своей работы были вынуждены адаптироваться к такой сложной ситуации. В нашей стране

достаточно широкое применение в настоящее время получили такие варианты пространственной организации производства, как свободные экономические зоны, территории опережающего развития. Одним из инструментов, способствующих успешности их использования, является применение преимуществ кластерного подхода. Концепция кластера как географически соседствующих взаимосвязанных компаний и связанных с ними организаций, действующих в одной сфере, характеризующихся общностью деятельности и взаимодополняющих друг друга [17], развиваемая научно-техническим сообществом в целом, расширяет представления о конкурентоспособном эффективном ТПК [18-21]. Состав компаний, обеспечивающих развитие инноваций, при этом может быть и рассредоточенным в пространстве, включая рамки нескольких кластеров [22]. А их устойчивое развитие, оцениваемое одновременно с позиций экономической, технологической, экологической и социальной приемлемости и справедливости, целесообразно осуществлять, например, с применением: комплексных систем менеджмента качества и различных методов квалитметрии [23-25]; интегральных индикаторов, характеризующих работу промышленных комплексов с учетом рациональности потребления всех ресурсов; минимизации влияния на природную среду; обеспечения равных возможностей для всех участников на территории влияния [26].

При рассмотрении кластеров акцент может делаться на отдельных направлениях их функционирования. Например, при создании и полноценном развитии кластера во Внутренней Монголии Китая за счёт централизации добычи и использования угля наряду с увеличением добавленной стоимости и прибыли могут снизиться объемы образуемых отходов с уменьшением количества потребляемых водных ресурсов в условиях их постоянной нехватки [27]. Применение синергетического подхода к изучению влияющих факторов позволит при определенных обстоятельствах перейти в модели безотходного рециклинга к активной трансформации отходов угольной промышленности для уменьшения объемов отходов, загрязняющих окружающую среду [28]. А создание пилотного энерготехнологического комплекса, реализующего инновационные технологии, приведёт к повышению глубины и полноты переработки угля с оптимизацией систем энергоснабжения путем сжигания отсевов угля, шахтного метана и попутного газа, получаемых в результате работы основного производства [29].

К настоящему времени на КАТЭКе, в Ерунаковском районе Кузбасса и Южной Якутии с той или иной эффективностью действуют крупные угольные комплексы, имеющие ряд признаков кластера. Например, в Нерюнгринском районе, которому оказывается достаточно эффективная государственная поддержка, в том числе через территорию опережающего развития «Южная Якутия», помимо Нерюнгринского месторождения, масштабно обрабатываются открытым и

подземным способом Чульмаканское и Денисовское, начаты работы на Кабактинском, Несмотря на достаточную удаленность от районного центра до объектов освоения в регионе, к угольному кластеру можно отнести и крупные комплексы по добыче и поставкам угля с Эльгинского и Сыллыхского месторождений, где добываются дефицитные сорта коксующегося и энергетического угля. В целом объем добычи в Южно-Якутском бассейне в 2022 году составил 38,6 млн т (на 25% больше, чем в 2021 году) [7]. Из них, по данным министерства промышленности и геологии Якутии, экспортировано почти 26,0 млн т.

В то же время территориально близкие угледобывающие, инфраструктурные, строительные, ремонтные, вспомогательные и сервисные предприятия, принадлежащие разным конкурирующим собственникам, между собой часто слабо связаны и дополняют друг друга лишь частично. Причины такого положения, ведущие к снижению конкурентоспособности территорий, эффективности освоения георесурсов и синергии потенциального взаимовыгодного сотрудничества предприятий в составе полноценных кластеров, здесь не рассматриваются и являются предметом другого исследования. Его цель – создание механизма реализации корректируемых в динамике параметров стратегии и тактики развития компаний в составе минерально-сырьевых кластеров, учитывающих российскую, региональную и локальную специфику.

### Заключение

Анализ опыта создания ряда угольных ТПК в восточных регионах России показал, что решающее значение на эффективность их функционирования оказывает достоверность заявленной потребности в угле, горно-геологические условия и изученность базового месторождения, степень освоённости районов. Рассмотренные комплексы (Южно-Якутский, Канско-Ачинский, Ерунаковский) ориентированы на применение более безопасного и экономичного открытого способа добычи с отработкой месторождений брахисинклинального типа, обладающих рядом благоприятных горно-геологических условий.

Опыт эксплуатации комплексов подтверждает правильность принятых проектных решений в целом. Вместе с тем следует отметить ряд имевшихся негативных фактов, потребовавших проведения затратных мероприятий по корректировке технологических схем и замене горнотранспортного оборудования. В числе причин такой ситуации можно отметить недооценку факторов геологической неопределенности, связанную со сложившимся на момент принятия решений подходом к оценке угольных месторождений. Результаты рассмотрения особенностей работы трёх крупных производственных угольных комплексов, выявленные в их работе достоинства и недостатки, могут быть использованы недропользователями при планировании и проектировании новых угледобывающих производств.

В современных условиях ТПК как организационная форма не в полной мере учитывает влияние ряда важных для рыночной экономики факторов. Это способствует использованию более адаптированных форм, включая концессии, свободные экономические зоны, территории опережающего развития, функционирующие в том числе как кластеры, объединяющие основные аспекты деятельности по добыче и поставкам угля на конкурентные рынки. Развитие и использование потенциальных преимуществ кластеров предполагает совершенствование механизма реализации изменяемых в динамике решений для согласованной работы всех предприятий, входящих в цепочки поставок продукции.

#### Список источников

1. IEF Outlook Comparison Report // IEA-IEF-OPEC Symposium on Energy Outlooks. 2023. February. <https://www.ief.org/events/13th-iea-ief-opec-symposium-on-energy-outlooks> (дата обращения 15.03.2023).
2. BP Energy Outlook: 2023 edition // BP Energy Economics <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics.html> (дата обращения 15.03.2023).
3. Плакиткин Ю.А., Плакиткина Л.С., Дьяченко К.И. Уголь как основа большого цивилизационного «скачка» и новых возможностей мирового развития // Уголь. 2022. №8. С. 77-83.
4. Гаврилов В.Л., Ткач С.М. О цифровых технологиях горных предприятий в условиях нестабильности, неопределённости, сложности и неоднозначности // ГИАБ. 2019. №11 (спец. выпуск 37). С. 112-121.
5. Coal Market Update // IEA. International Energy Agency. 2023. July. 23 p. <https://www.iea.org> (дата обращения 14.09.2023).
6. Новак А. Энергетическая политика России: разворот на Восток // Энергетическая политика. 2023. №6. С. 14-19.
7. Рябов Г.А., Тумановский А.Г., Епихин А.Н. Декарбонизация при производстве электроэнергии и тепла на твердотопливных электростанциях // Теплоэнергетика. 2023. № 1. С. 5-20.
8. Петренко И.Е. Итоги работы угольной промышленности России за 2022 год // Уголь. 2023. №3. С. 21-33.
9. Латыпов З.Г., Кандалова Е.Б. Госбаланс запасов полезных ископаемых Российской Федерации на 01 января 2022 года. Уголь. Сибирский федеральный округ / ФГБУ «Росгеолфонд». М., 2022. Вып. 91. Т. 7. Ч. 1. 488 с.
10. Гусарева Т.В. Госбаланс запасов полезных ископаемых Российской Федерации на 01 января 2022 года. Уголь. Сибирский федеральный округ / ФГБУ «Росгеолфонд». М., 2022. Вып. 91. Т. 7. Ч. 2. 236 с.
11. Крылов В.В., Гусарева Т.В., Кандалова Е.Б. Госбаланс запасов полезных ископаемых Российской Федерации на 01 января 2022 года. Уголь. Дальне-восточный федеральный округ / ФГБУ «Росгеолфонд». М., 2022. Вып. 91. Т. 8. 440 с.
12. Cheskidov V.I. Performance potential of the coal strip mining in the east of Russia // Journal of Mining Science. 2007, vol. 43, no. 4, pp. 429-435.
13. Specifics of Open Pit Mining in Brachysyncline-Type Coalfields / Cheskidov V.I., Gavrilov V.L., Khoiyutnov E.A., Reznik A.V., Nemova N.A. // Journal of Mining Science. 2022, vol. 58, no. 4, pp. 561-570.
14. Cheskidov V.I., Reznik A.V. Open pit mining technologies for watered lignite deposits in the Kansk-Achinsk basin // Journal of Mining Science. 2019, vol. 55, no. 1, pp. 96-104.
15. Стрельник М.М. Методы управления и оценки рисков предприятий в условиях кластера. СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2018. 152 с.
16. Фонов А.Г., Бергаль О.Е. Территориальные кластеры в системе пространственного развития: зарубежный опыт // Пространственная экономика. 2020. Т. 16. №4. С. 113-135.
17. Портер М.Э. Конкуренция: пер. с англ. М.: Издательский дом «Вильямс», 2005. 608 с.
18. Соболева С.Ю., Петрова А.Е. Трансформация понимания категории «кластер» // Психология. Экономика. Право. 2014. №4. С. 77-82.
19. Гагарина Г.Ю., Чайникова Л.Н., Сорокина Н.Ю. Промышленные кластеры в России: старые проблемы и новые вызовы // Вестник РЭУ им. Г.В. Плеханова. 2021. № 4. С. 78-85.
20. Комов И.В., Яковенко Н.В. «Кластер» как сложная организационно-экономическая система: подходы к дефиниции понятия // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. 2016. №1. С. 188-196.
21. Гаврилов В.Л., Васильев П.Н. Предпосылки формирования и перспективы развития Южно-Якутского угольного кластера // Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири: материалы 13-й Международной науч.-практ. конф., 28-29 сентября 2010. Кемерово, 2010. Ч. 2. С. 21-26.
22. Крюков В.А. Экономика знаний о недрах во времени и пространстве // Управление наукой: теория и практика. 2020. Т. 2. №4. С. 71-117.
23. Геотехнологии открытой добычи на месторождениях со сложными горно-геологическими условиями / отв. ред. С.М. Ткач. Новосибирск: Гео, 2013. 307 с.
24. Дранкова Н.А., Денисова Я.В. Проблемы эффективности системы менеджмента качества и пути их решения в условиях новой экономической среды // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2023. Т. 21. №1. С. 65-73.
25. Фрейдина Е.В., Ботвинник А.А., Дворникова А.Н. Системное управление качеством углей при открытой разработке месторождений Сибири. Новосибирск: Наука, 2019. 264 с.
26. Майорова Т.В., Пономарева О.С., Павлова И.Е. Устойчивое развитие предприятий металлургической отрасли: аспекты, критерии, индикаторы //



Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2022. Т. 20. №2. С. 140-147.

27. Шушлецов А.Ф., Чжан Яньцзе. Кластер Внутренней Монголии Китая по диверсифицированной переработке бурых углей // *Baikal Research Journal*. 2021. Т. 12. №1.
28. Хорешок А.А., Литвин О.И., Дубинкин Д.М. Синергетический подход к решению геоэкологических проблем угледобывающих и углеперерабатывающих субкластеров // *Уголь*. 2022. № 12. С. 82-87.
29. Краснянский Г.Л. Стратегия развития Караканского угольно-энергетического кластера // *ГИАБ*. 2015. №S1. С. 649-653.

### References

1. IEF Outlooks Comparison Report. IEA-IEF-OPEC Symposium on Energy Outlooks. 2023. February. <https://www.ief.org/events/13th-iea-ief-opec-symposium-on-energy-outlooks> (Accessed on March 15, 2023)
2. BP Energy Outlook: 2023 edition. BP Energy Economics. <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics.html> (Accessed on March 15, 2023)
3. Plakitkin Yu.A., Plakitkina L.S., Dyachenko K.I. Coal as the basis of a great civilization leap and new opportunities for world development. *Ugol* [Coal]. 2022;(8):77-83. (In Russ.)
4. Gavrilov V.L., Tkach S.M. About digital technologies of mining enterprises in the conditions of volatility, uncertainty, complexity and ambiguity. *Gornyi informatsionno-analiticheskiy byulleten* [Mining Informational and Analytical Bulletin]. 2019;(11(special issue 37)):112-121. (In Russ.)
5. Coal Market Update. IEA (International Energy Agency). 2023. July. 23 p. <https://www.iea.org> (Accessed on September 14, 2023).
6. Novak A. Russia's energy policy: A turn to the East. *Energeticheskaya politika* [Energy Policy]. 2023;(6):14-19. (In Russ.)
7. Ryabov G.A., Tumanovskii A.G., Epikhin A.N. Decarbonization of heat and power generation at fossil fuel power plants. *Teploenergetika* [Thermal Engineering]. 2023;(1):5-20. (In Russ.)
8. Petrenko I.E. 2022 Russia's coal industry performance. *Ugol* [Coal]. 2023;(3):21-33. (In Russ.)
9. Latypov Z.G., Kandalova E.B. *Gosbalans zapasov poleznykh iskopaemykh Rossiyskoy Federatsii na 01 yanvarya 2022 goda. Ugol. Sibirskiy federalnyi okrug* [State balance of mineral reserves of the Russian Federation as of January 01, 2022. Coal. Siberian Federal District]. Moscow: Federal State Budgetary Institution Rosgeol'fond, 2022, iss. 91, vol. 7, part 1, 488 p. (In Russ.)
10. Gusareva T.V. *Gosbalans zapasov poleznykh iskopaemykh Rossiyskoy Federatsii na 01 yanvarya 2022 goda. Ugol. Sibirskiy federalnyi okrug* [State balance of mineral reserves of the Russian Federation as of January 01, 2022. Coal. Siberian Federal District]. Moscow: Federal State Budgetary Institution Rosgeol'fond, 2022, iss. 91, vol. 7, part 2, 236 p. (In Russ.)
11. Krylov V.V., Gusareva T.V., Kandalova E.B. *Gosbalans zapasov poleznykh iskopaemykh Rossiyskoy Federatsii na 01 yanvarya 2022 goda. Ugol. Dalnevostochnyi federalnyi okrug* [State balance of mineral reserves of the Russian Federation as of January 01, 2022. Coal. Far Eastern Federal District]. Moscow: Federal State Budgetary Institution Rosgeol'fond, 2022, iss. 91, vol. 8, 440 p. (In Russ.)
12. Cheskidov V.I. Performance potential of the coal strip mining in the east of Russia. *Journal of Mining Science*. 2007;43(4):429-435.
13. Cheskidov V.I., Gavrilov V.L., Khoyutanov E.A., Reznik A.V., Nemova N.A. Specifics of open pit mining in brachysyncline-type coalfields. *Journal of Mining Science*. 2022;58(4):561-570.
14. Cheskidov V.I., Reznik A.V. Open pit mining technologies for watered lignite deposits in the Kansk-Achinsk basin. *Journal of Mining Science*. 2019;55(1):96-104.
15. Strel'nik M.M. *Metody upravleniya i otsenki riskov predpriyatiy v usloviyakh klastera* [Cluster enterprise risk management and assessment methods]. Saint Petersburg: Saint Petersburg State University of Economics, 2018, 152 p. (In Russ.)
16. Fonotov A.G., Bergal O.E. Territorial clusters in the spatial development system: foreign experience. *Prostranstvennaya ekonomika* [Spatial Economics]. 2020;16(4):113-135. (In Russ.)
17. Porter M.E. *Konkurentsia* [Competition]. Moscow: Williams, 2005, 608 p. (In Russ.)
18. Soboleva S.Yu., Petrova A.E. Transformation of understanding a cluster category. *Psikhologiya. Ekonomika. Pravo* [Psychology. Economics. Law]. 2014;(4):77-82. (In Russ.)
19. Gagarina G.Yu., Chaynikova L.N., Sorokina N.Yu. Industrial clusters in Russia: Old problems and new challenges. *Vestnik REU im. G.V. Plekhanova* [Vestnik of the Plekhanov Russian University of Economics]. 2021;(4):78-85. (In Russ.)
20. Komov I.V., Yakovenko N.V. "Cluster" as a complicated organizational and economic system: approaches to a definition of the concept. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Nauki o Zemle* [Proceedings of Tula State University. Earth Sciences]. 2016;(1):188-196. (In Russ.)
21. Gavrilov V.L., Vasiliev P.N. Prerequisites for the formation and development prospects of the South Yakutia coal cluster. *Prirodnye i intellektualnye resursy Sibiri: materialy 13-y Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [Natural and Intellectual Resources of Siberia: Proceedings of the 13th International Scientific and Practical Conference]. Kemerovo, 2010, part 2, pp. 21-26. (In Russ.)
22. Kryukov V.A. Subsoil knowledge economy in time and space. *Upravlenie naukoy: teoriya i praktika* [Science Management: Theory and Practice]. 2020;2(4):71-117. (In Russ.)

23. Tkach S.M. *Geotekhnologii otkrytoy dobychi na mestorozhdeniyakh so slozhnymi gorno-geologicheskimi usloviyami* [Open pit mining technologies for mineral deposits in complex mining and geological conditions]. Novosibirsk: Geo, 2013, 307 p. (In Russ.)
24. Drankova N.A., Denisova Ya.V. Problems of efficiency of the quality management system and ways to solve them in the new economic environment. *Vestnik Magnitogorskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta im. G.I. Nosova* [Vestnik of Nosov Magnitogorsk State Technical University]. 2023;21(1):65-73. (In Russ.)
25. Freidina E.V., Botvinnik A.A., Dvornikova A.N. *Sistemnoe upravlenie kachestvom ugley pri otkrytoy razrabotke mestorozhdeniy Sibiri* [Systematic management of the coal quality in open-pit mining in Siberia]. Novosibirsk: Nauka, 2019, 264 p. (In Russ.)
26. Maiorova T.V., Ponomareva O.S., Pavlova I.E. Sustainable development of metallurgical enterprises: Aspects, criteria, indicators. *Vestnik Magnitogorskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta im. G.I. Nosova* [Vestnik of Nosov Magnitogorsk State Technical University]. 2022;20(2):140-147. (In Russ.)
27. Shupletsov A.F., Zhang Yanjie. China's Inner Mongolia cluster for diversified processing of brown coal. *Baikal Research Journal*. 2021;12(1). (In Russ.)
28. Khoreshok A.A., Litvin O.I., Dubinkin D.M., Markov S.O., Tyulenev M.A. Synergetic approach to solving geo-environmental problems of coal mining and coal processing subclusters. *Ugol* [Coal]. 2022;(12):82-87. (In Russ.)
29. Krasnyansky G.L. Development strategy of the Karakan coal and energy cluster. *Gornyi informatsionno-analiticheskii byulleten* [Mining Informational and Analytical Bulletin]. 2015;(S1):649-653. (In Russ.)

Поступила 26.07.2023; принята к публикации 13.10.2023; опубликована 25.12.2023  
Submitted 26/07/2023; revised 13/10/2023; published 25/12/2023

**Ческидов Владимир Иванович** – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник, Институт горного дела им. Н.А. Чинакала СО РАН, Новосибирск, Россия.  
Email: cheskid@isd.ru. ORCID 0000-0001-5584-7821

**Гаврилов Владимир Леонидович** – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник, Институт горного дела им. Н.А. Чинакала СО РАН, Новосибирск, Россия.  
Email: gvlugorsk@mail.ru. ORCID 0000-0002-2401-455X

**Резник Александр Владиславович** – кандидат технических наук, старший научный сотрудник, Институт горного дела им. Н.А. Чинакала СО РАН, Новосибирск, Россия.  
Email: a-reznik@mail.ru. ORCID 0000-0002-0077-3404

**Немова Наталья Анатольевна** – кандидат технических наук, старший научный сотрудник, Институт горного дела им. Н.А. Чинакала СО РАН, Новосибирск, Россия.  
Email: nemova-nataly@mail.ru. ORCID 0000-0002-5050-611X

**Vladimir I. Cheskidov** – PhD (Eng.), Lead Researcher, Chinakal Institute of Mining, SB, RAS, Novosibirsk, Russia.  
Email: cheskid@isd.ru. ORCID 0000-0001-5584-7821

**Vladimir L. Gavrilov** – PhD (Eng.), Lead Researcher, Chinakal Institute of Mining, SB, RAS, Novosibirsk, Russia.  
Email: gvlugorsk@mail.ru. ORCID 0000-0002-2401-455X

**Aleksandr V. Reznik** – PhD (Eng.), Senior Researcher, Chinakal Institute of Mining, SB, RAS, Novosibirsk, Russia.  
Email: a-reznik@mail.ru. ORCID 0000-0002-0077-3404

**Natalia A. Nemova** – PhD (Eng.), Senior Researcher, Chinakal Institute of Mining, SB, RAS, Novosibirsk, Russia.  
Email: nemova-nataly@mail.ru. ORCID 0000-0002-5050-611X