

Оценка влияния инновационно-цифровой трансформации угольной отрасли России на рынки труда горнопромышленных территорий

А.А. Рожков^{1, 2}✉, И.С. Соловенко³, С.В. Бесфамильная⁴, С.М. Карпенко²

¹ АО «Росинформуголь», г. Москва, Российская Федерация

² НИТУ «МИСиС», г. Москва, Российская Федерация

³ Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского Томского политехнического университета, г. Юрга, Российская Федерация

⁴ Центр развития профессиональных квалификаций ФГБУ «ВНИИ труда» Минтруда России, г. Москва, Российская Федерация

✉ aarozhkov@mail.ru

Резюме: В статье на основе данных официальной статистики дается оценка современного уровня совокупной инновационной активности в страновом и региональном сопоставлениях, анализируется состояние инновационной среды в отрасли во взаимосвязи с рынками труда горнопромышленных регионов с угольной специализацией. Делается вывод о чрезвычайно низкой инновационной активности кадрового потенциала организаций по добыче и переработке угля на современном этапе. Дана прогнозная оценка высвобождения персонала угольной отрасли по основным горнопромышленным регионам с учетом достижения угледобывающими предприятиями прогнозируемых уровней добычи угля и производительности труда по сценариям инновационно-цифрового развития в соответствии с утвержденной Правительством РФ «Программой развития угольной промышленности России на период до 2035 года». Предложены концептуальные подходы к инновационно-цифровой трансформации угольной промышленности России и первоочередные меры обеспечения социальной стабильности в отрасли и на горнопромышленных территориях, включая интенсификацию процессов аутсорсинга, подготовки кадров и др.

Ключевые слова: инновации, цифровая трансформация, угольная промышленность, кадровый потенциал, горнопромышленный регион, рынок труда, аутсорсинг

Благодарности: Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-29-07350.

Для цитирования: Рожков А.А., Соловенко И.С., Бесфамильная С.В., Карпенко С.М. Оценка влияния инновационно-цифровой трансформации угольной отрасли России на рынки труда горнопромышленных территорий. *Горная промышленность*. 2021;(2):67–76. DOI: 10.30686/1609-9192-2021-2-67-76.

Assessment of the influence of innovative digital transformation of the coal industry of Russia to the labor markets of mining industrial territories

A.A. Rozhkov^{1, 2}✉, I.S. Solovenko³, S.V. Besfamilnaya⁴, S.M. Karpenko²

¹ Rosinformugol JSC, Moscow, Russian Federation

² NUST MISiS, Moscow, Russian Federation

³ Yurga Technological Institute (branch) of the National Research Tomsk Polytechnic University, Yurga, Russian Federation

⁴ Center for the Development of Professional Qualifications of the VNIILabor of the Ministry of Labor of Russia, Moscow, Russian Federation

✉ aarozhkov@mail.ru

Abstract: Based on official statistics, the article provides an assessment of the current level of aggregate innovation activity in country and regional comparisons, analyzes the state of the innovation environment in the industry and labor markets in mining regions with coal specialization. The conclusion is made about the extremely low innovative activity of the personnel potential of organizations for the extraction and processing of coal at the present stage. A predictive assessment of the release of coal industry personnel in the main mining regions is given, taking into account the achievement by coal mining enterprises of the predicted levels of coal production and labor productivity under the scenarios of innovative digital development in accordance with the "Program for the Development of the Russian Coal Industry for the Period up to 2035" approved by the Government of the Russian Federation. Conceptual approaches to the innovative digital transformation of the Russian coal industry and priority measures to ensure social stability in the industry and in mining areas, including the intensification of outsourcing processes, personnel training, etc., are proposed.

Keywords: innovation, digital transformation, coal industry, human resources, mining region, labor market, outsourcing

Acknowledgments: The reported study was funded by RFBR, project number 19-29-07350.

For citation: Rozhkov A.A., Solovenko I.S., Besfamilnaya S.V., Karpenko S.M. Assessment of the influence of innovative digital transformation of the coal industry of Russia to the labor markets of mining industrial territories. *Gornaya promyshlennost' = Russian Mining Industry*. 2021;(2):67–76. (In Russ.) DOI: 10.30686/1609-9192-2021-2-67-76.

Введение

Новая «Доктрина энергетической безопасности Российской Федерации» (утв. Указом Президента Российской Федерации от 13 мая 2019 г. № 216) нацелена на обеспечение технологической независимости отраслей топливно-энергетического комплекса и повышение их конкурентоспособности ¹. В основном стратегическом документе в сфере развития энергетики страны – «Энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2035 года» (утв. распоряжением Правительства РФ от 9 июня 2020 г. № 1523-р) конкретизированы и получили развитие положения Доктрины, в частности, предполагается цифровая трансформация и интеллектуализация отраслей ТЭК, в том числе угольной ². В этой связи должны приобрести совершенно новое качество все процессы в сфере добычи и переработки угля, которые напрямую будут зависеть от формирования и распространения эффективных организационных моделей развития отраслевого кадрового потенциала и прежде всего инновационно-интеллектуального потенциала корпуса горных инженеров. Инженерно-технические кадры угольной промышленности составляют базовую и активную часть производительных сил, от потенциала которых зависит эффективность работы и развития каждого предприятия и отрасли в целом.

В комплекс ключевых мер, включенных в актуализированную Программу развития угольной промышленности России на период до 2035 года (далее – Программа) и обеспечивающих решение отраслевых задач, входит внедрение инновационных технологий, автоматизации и роботизации процессов добычи, переработки и транспортировки

угля. Их эффективная реализация невозможна без опережающего развития человеческих ресурсов и в первую очередь инновационно-интеллектуального потенциала горных инженеров ³.

В современных кризисных условиях, вызванных общемировым спадом в экономике в результате негативных воздействий пандемии коронавируса, а также общим снижением спроса на угольную продукцию, возникает естественный вопрос – насколько реалистичны ожидаемые результаты реализации программных мероприятий в части инновационно-цифровой трансформации угольной промышленности России и какое влияние она может оказать на обеспечение социальной стабильности, прежде всего на отраслевой кадровый потенциал и на рынки труда горнопромышленных территорий?

Целью настоящей статьи и является поиск ответов на поставленные вопросы на основе анализа целевых задач, системных мероприятий и этапов реализации Программы. При этом авторами предложены концептуальные подходы к *инновационно-цифровой трансформации угольной промышленности*, под которой понимается процесс преобразования структуры производственных мощностей по добыче и обогащению угля на основе развития инновационного и кадрового потенциала угольной промышленности на базе приоритетных точек технологического роста, включая: ускорение технико-технологического развития перспективных и стабильных предприятий; поэтапную ликвидацию неперспективных; внедрение технологических инноваций (платформ) и цифровых технологий (рис. 1).



Рис. 1 Концептуальные подходы к инновационно-цифровой трансформации угольной промышленности России

Fig. 1 Conceptual approaches to innovation and digital transformation of the Russian coal industry

1 Доктрина энергетической безопасности Российской Федерации (утв. Указом Президента РФ от 13 мая 2019 г. № 216). Режим доступа: <https://minenergo.gov.ru/node/14766>

2 Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2035 года (утв. распоряжением Правительства РФ от 9 июня 2020 г. № 1523-р). Режим доступа: <https://minenergo.gov.ru/node/18038>

3 Программа развития угольной промышленности России на период до 2035 года (утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 13.06.2020 № 1582-р). Режим доступа: <https://minenergo.gov.ru/node/433>

Анализ инновационной активности организаций по добыче и переработке угля

Одним из современных вызовов, который может оказать существенное влияние на развитие угольной промышленности России, является технологическое отставание от развитых стран в условиях ужесточения конкуренции на мировом рынке и смены технологического уклада, которое проявляется в том числе в усиливающейся импортозависимости отрасли от использования зарубежного оборудования и постоянном риске ограничения доступа к приобретению и обновлению этого оборудования в условиях роста геополитической напряженности [1–3]. При этом рост производительности труда в отрасли за последние 15–20 лет определялся преимущественно экстенсивными факторами, то есть происходил в основном за счет инвестиций в основные средства, которые направлялись преимущественно на простое воспроизводство фактически с минимальным приростом и обновлением действующего оборудования [4].

За технико-технологическое отставание угольной отрасли на уровне предприятий ответственен прежде всего инженерный персонал. Произшедшие в последние десятилетия снижение престижности инженерной специальности, падение качества обучения в российских горных и машиностроительных вузах, принижение роли горных инженеров перед менеджерами, финансистами и экономистами на предприятиях вело к дальнейшей потере взятых прежде российской инженерной мыслью рубежей. Снижение потенциала инженерно-технических работников привело к замедлению процесса генерации и освоения ими технологических, организационных и маркетинговых инноваций. Восполнение их приобретением импортного горно-шахтного, горнотранспортного и обогатительного оборудования не дает полноценной отдачи вследствие нерешенности остальных вопросов горного и машиностроительного производства: повышения уровня организации производства и производительности труда до уровня передовых угледобывающих стран; усиления роли промышленной безопасности и охраны труда в условиях необходимости повышения темпов внедрения современного мощного оборудования и роста нагрузок на него; ускорения развития промышленной инфраструктуры; проектирования и создания конкурентоспособного отечественного горного оборудования [5].

Для выявления причин и направлений отставания современного инновационного потенциала инженеров российских угольных предприятий от мирового уровня целесообразно обратиться к данным официальной статистики и дать оценку влияния внешней и внутренней инновационной среды на деятельность организаций по добыче и переработке угля.

Организация полноценной инновационной деятельности представляет до сих пор большую сложность для современного состояния институтов экономики и социума страны. Многие государства, являющиеся лидерами в экономике и на различных рынках инновационных технологий, выбирают путь четко организованной государственной политики, чем значительно ускоряют темп развития инноваций в своей стране.

Международное сопоставление России и других стран по уровням совокупной инновационной активности организаций, разработанным в соответствии с современными международными стандартами ОЭСР и Евростата, приведено на рис. 2 [6].

В методологии Росстата *совокупный уровень инноваци-*

онной активности определяется как отношение числа организаций, осуществлявших одновременно все типы инноваций (технологические, организационные, маркетинговые) либо отдельные их типы (сочетания), к общему числу обследуемых за определенный период времени организаций.

Анализ данных рис. 2 заставляет предположить, что столь низкое место России в ряду представленных стран обусловлено как объективным отставанием в сфере инноваций, так и тем, что критерии, по которым построен рейтинг, не учитывают отечественной специфики – закрытости целого ряда областей научной и производственной деятельности, связанных с государственной тайной, а также традиционно весьма медленным проникновением разработок ВПК в гражданские отрасли.

Оценка инновационной активности организаций, в том числе по добыче и переработке угля, осуществлялась на основе анализа годовых статистических форм отчетности

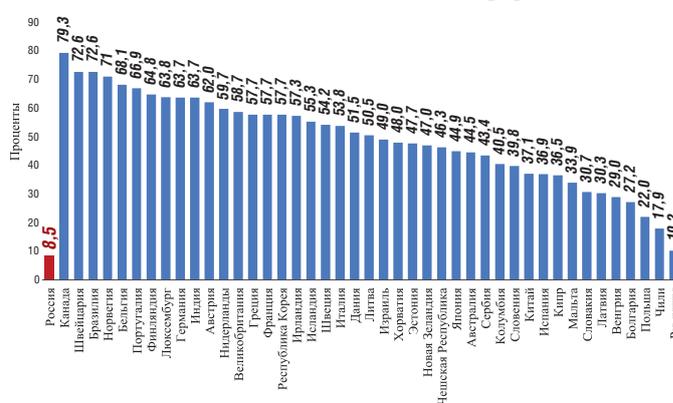


Рис. 2 Совокупный уровень инновационной активности организаций по странам в 2017 г. (по материалам Евростат и материалы национальных статистических служб)

Fig. 2 Overall level of innovation activity of organizations by country in 2017 (based on data from Eurostat and national statistical offices)

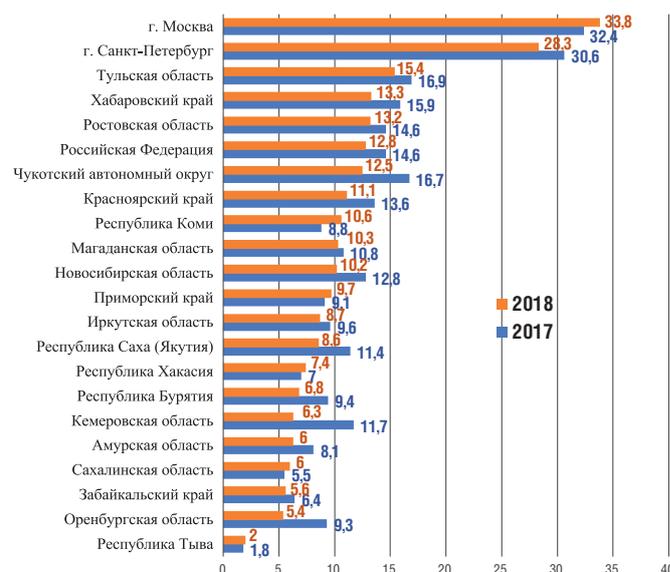


Рис. 3 Ранжирование субъектов Российской Федерации, где осуществляется добыча угля, по уровню инновационной активности организаций в 2018 г., % (для сравнения приведены данные по Москве и Санкт-Петербургу) (анализ авторов по данным Росстат)

Fig. 3 Ranking of constituent territories of the Russian Federation with coal mining operations by level of innovation activity of organizations in 2018, % (data for Moscow and St. Petersburg are provided for comparison) (authors' analysis based on Rosstat data)

Росстата об инновационной деятельности организаций за период 2015–2018 гг. (форма № 4-инновация). На рис. 3 приведено ранжирование субъектов Российской Федерации, где осуществляется добыча угля, по уровню инновационной активности организаций в 2018 г.

Обращает на себя внимание тот факт, что в основном угледобывающем регионе – Кемеровской области (57–58% от общероссийской добычи в 2018–2019 гг.) – совокупный уровень инновационной активности в 2018 г. был всего 6,3%, т.е. не только в 2 раза ниже, чем в целом по России, но и гораздо ниже, чем в других горнопромышленных регионах с угольной специализацией (Республиках Коми, Хакасия, Якутия, Ростовской, Новосибирской областях и др.).

Проведенный авторами анализ инновационной деятельности организаций по добыче и обогащению угля за период 2015–2018 гг. позволяет сделать следующие основные выводы:

- из 150 действующих в 2015 г. организаций по добыче и переработке угля всего 7 организаций осуществляли затраты на технологические, маркетинговые и организационные инновации через свои научно-исследовательские и проектно-конструкторские подразделения с численностью 312 чел.; в 2018 г. – из 149 действующих организаций соответственно 6 организаций с численностью 67 чел. осуществляли инновации;

- в 2018 г. относительно 2015 г. общие (капитальные и текущие) затраты на инновации снизились в 5,2 раза (с 92 до 17,75 млн руб.); при этом эти затраты ничтожно малы в общем объеме инвестиций в основной капитал – 0,13% в 2015 г. и всего 0,01% в 2018 г.);

- удельный вес затрат на технологические инновации за этот период снизился почти на 82%, а на организационные инновации – на 62%; маркетинговые инновации осуществлялись организациями по добыче и переработке угля только в 2015 г. (всего 145,2 тыс. руб. на эти цели).

Официальная статистика Росстата по видам экономической деятельности в сфере инноваций по итогам 2018 г. показывает, что число организаций, имевших завершённые инновации (технологические, маркетинговые, организационные) в течение последних трех лет в области добычи и обогащения угля и антрацита, составляет всего 0,1% от всех обследованных по России и 3,3% от организаций в области добычи полезных ископаемых. При этом данные инновационные продукты относятся в основном к приобретенным импортным программным средствам и оборудованию.

В целом анализ официальной статистики показывает чрезвычайно низкую инновационную активность организаций по добыче и переработке угля. В этой связи представляется маловероятным, что до 2025 г., тем более в настоящих кризисных явлениях, когда с начала 2020 г. мы наблюдаем снижение основных отраслевых производственных показателей, может произойти инновационный прорыв в угольной промышленности.

В последние годы в отечественной литературе появляется все больше достаточно оптимистичных публикаций относительно тенденций и перспектив долгосрочного развития угольной промышленности России в новых технико-экономических реалиях XXI в., а также рассматриваются предпосылки и теоретические возможности интеграции угольной промышленности России в мировой инновационный проект «Индустрия – 4.0» и даже до «Общества 5.0» [7–15]. Многие из предлагаемых в этих публикациях основные технологические тренды в сфере реализации программы «Индустрия – 4.0» и цифровой трансформации уголь-

ной промышленности учтены при разработке Программы на период до 2035 года⁴.

В рамках федеральной программы «Цифровая экономика» Минэнерго России при активном участии компаний ТЭК сформирован и реализуется ведомственный проект «Цифровая энергетика»⁵. Первоочередными задачами этого проекта в части цифровизации угольной промышленности определены: создание системы координации цифровой трансформации угольной промышленности России; нормативное регулирование цифровизации угольной промышленности (в части разработки и внесения изменений в отраслевое законодательство); реализация пилотных проектов по внедрению цифровых технологий и платформенных решений в угольной промышленности (развитие системы диспетчеризации подземных и открытых горных работ; создание роботизированных очистных комбайнов и буровых станков, беспилотных карьерных самосвалов и др.)⁶. Проектом декларируется, что для достижения системного эффекта от цифровизации необходимо объединить усилия всех сторон – государства, компаний, инновационного сообщества, науки.

Следует констатировать, что каких-то значимых успехов и продвижений в инновационно-цифровой трансформации угольной отрасли еще не достигнуто. В части инновационных техники и технологий имеются научные разработки российских и советских ученых и горных инженеров, патенты, результаты лабораторных испытаний, опытные образцы, однако отсутствует достоверная информация о результатах испытаний опытных образцов или начале их промышленного производства, за исключением единичных случаев. Реализуются только пилотные инновационные проекты и, как правило, на основе совместных усилий отечественных и зарубежных специалистов.

В настоящее время в подземном способе добычи угля наблюдаются эволюционные процессы, связанные с совершенствованием существующих видов техники и технологий комплексно-механизированной выемки угля, принципы которой разработаны и выверены практикой десятилетия назад, включая: рациональное извлечение запасов угольных месторождений при создании эффективных и безопасных геотехнологий по отработке пластов угля; управление состоянием горного массива и разработку технологий, обеспечивающих предотвращение газодинамических явлений в угольных шахтах; разработку технологий, обеспечивающих повышение эффективности вентиляции, дегазации угольных шахт, технологий и технических средств снижения пылевыделения и взрывозащиты, а также разработку и внедрение эффективных способов и средств подавления и локализации пылеметановоздушных смесей; разработку технологий добычи угля без постоянного присутствия людей в очистных и подготовительных забоях на базе современной комплексной механизации и автоматизации. При этом доля подземного способа, несмотря на его технологическую сложность и опасность, сохраняется в России на уровне около 25%, так как значительная часть наиболее ценных коксую-

⁴ Программа развития угольной промышленности России на период до 2035 года (утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 13.06.2020 № 1582-р). Режим доступа: <https://minenergo.gov.ru/node/433>

⁵ Программа «Цифровая экономика Российской Федерации», утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 июля 2017 г. № 1632-р. Режим доступа: <http://government.ru/govworks/614/events/>; Ведомственный проект «Цифровая энергетика». Режим доступа: <https://digital.gov.ru/uploaded/files/vedomstvennyj-proekt-tsifrovaya-energetika.pdf>

⁶ Ведомственный проект «Цифровая энергетика». Режим доступа: <https://digital.gov.ru/uploaded/files/vedomstvennyj-proekt-tsifrovaya-energetika.pdf>

щихся углей может быть отработана только подземным способом. Следует отметить, что все же некоторые инновационные разработки на шахтах России внедряются. Так, на основе совместной разработки горных инженеров АО «СУЭК-Кузбасс» и немецких специалистов в 2015 г. на шахте «Польсаевская» появился и первый практический опыт безлюдной выемки угля с использованием добычного комплекса Eickhoff SL-300 и аппаратуры автоматизации фирмы MARCO – мирового лидера в поставках комплектного оборудования для электрогидравлического управления лавовой выемкой угля. Технологии геoinформационного обеспечения, сейсмического мониторинга и системы автоматического управления на горных предприятиях, включая информационно-измерительные системы обеспечения шахтной безопасности, внедрены в Кемеровской области на шахтах АО «СУЭК-Кузбасс», ХК «СДС-уголь», «Евраз Групп».

В открытом способе добычи угля практически достигнут предел роста единичной мощности выемочно-погрузочного оборудования, связанный как с возможностями машиностроения, так и технологическими особенностями вскрышных, добычных и транспортных работ. Принципиально новая техника для открытых работ, например, кран-лайны, комбайны послыного фрезерования, комплексы глубокой разработки пластов – пока не нашли широкого применения. Эффективная для глубоких разрезов циклично-поточная технология также практически не прижилась на российских разрезах. Тем не менее открытые работы находятся в несколько лучшем положении в части применения инноваций по сравнению с подземными работами. Так, накоплен практический опыт в эксплуатации системы управления горнотранспортными комплексами «Карьер» ООО «ВИСТ Групп» в АО «СУЭК» и ХК «СДС-уголь», идет продвижение в направлении реализации роботизации по проекту «Интеллектуальный карьер» (по экспертной оценке, соответствует уровню «Индустрия 4.0»). В части роботизированных автосамосвалов в России ближе всего к цели КАМАЗ, который построил опытный образец. Планируется в Кузбассе обкатка на разрезах АО «СУЭК» и холдинга «СДС-уголь» пяти роботизированных 130-тонных самосвалов БелАЗ под управлением разработанного «ВИСТ Групп» отечественного программно-аппаратного комплекса «Интеллектуальный карьер». Успехом в импортозамещении можно считать создание ПАО «Уралмашзавод» первого отечественного гидравлического экскаватора УГЭ-300, доля российских комплектующих в котором оценивается в 70%⁷. В конце 2018 г. этот мощный экскаватор успешно прошел испытания и в ближайшее время должен быть введен в эксплуатацию на новом участке разреза «Шестаки» ЗАО «Стройсервис» в Кузбассе, горные инженеры которого принимали участие в реализации этого проекта на всех его стадиях. Но при этом нельзя не отметить, что наиболее современное, надежное и производительное оборудование на российских разрезах – практически все импортное, и его доля растет вместе с ростом объемов добычи угля и составляет сегодня почти 86% [5]. Основные инновации в открытой угледобыче пока активно внедряются только в направлении диспетчеризации технологических процессов. Крупнейшим отечественным поставщиком систем автоматизации и информатизации открытых горных работ в России является компания «Вист Майнинг Технолджи».

В обогащении угля наблюдается переход на модульный

тип конструкции обогащительных фабрик и растет доля обогащительной техники зарубежных фирм, которые предлагают более широкий спектр надежного и универсального обогащительного оборудования.

Что касается глубокой переработки угля, то несмотря на наличие большого количества отечественных технологий, она до сих пор не получила должного распространения. В частности, в области углехимии в ряде угольных компаний были реализованы проекты по созданию и использованию водоугольного топлива методами прямой и непрямо́й гидрогенизации углей, которые дали удовлетворительные результаты, однако этот опыт широкого распространения пока не получил. Положительные результаты были получены по применению технологии «Термококк» в Красноярском крае, однако из всех возможных направлений востребованным оказалось использование ее для получения полуккокса и активированного угля в небольших объемах.

На основе вышеизложенного с учетом оценок достижения показателей по технологическому развитию и импортозамещению в угольной отрасли России можно сделать вывод о том, что в отечественной угольной промышленности делаются еще только первые шаги по переходу к четвертой промышленной революции – цифровизации, роботизации и интеллектуализации производственно-технологических процессов с формированием платформенных технологий. Большинство применяемых в настоящее время в России программно-аппаратных комплексов 3D-моделирования участков месторождений и прогнозирования результатов производственной деятельности являются зарубежными разработками или созданы в партнерстве с зарубежными фирмами. Появились российские разработки, предназначенные для решения достаточно узкого круга задач, имеющие ограниченное применение. Наиболее широкое распространение получили системы промышленной безопасности, в которых интегрированы разработки российских и зарубежных фирм.

Достаточно давно и наиболее широко в угольных компаниях цифровизацией охвачены сферы оперативно-диспетчерского управления, бухгалтерского учета, финансовой, договорной, снабженческой деятельности, документооборота, профессионального образования и переподготовки кадров. При этом следует отметить, что в целом современный уровень производства отечественной угольной отрасли значительно уступает мировому научно-техническому уровню, поскольку характеризуется: высокой энергоемкостью, значительным коэффициентом износа основных фондов, недостаточно эффективным использованием имеющейся в наличии высокопроизводительной импортной техники.

Тенденции изменения кадрового потенциала угольной промышленности в условиях ее инновационно-цифровой трансформации

В настоящее время в условиях всеобщей интеллектуализации и цифровизации производства отраслевой кадровый потенциал становится основной движущей силой предстоящего инновационного развития и цифровой трансформации угольной промышленности. Объективные технологические и социально-экономические процессы вынуждают организации угольной промышленности ориентироваться на ускоренное инновационное развитие. Особая роль в этом отводится квалифицированному кадровому потенциалу, основу которого составляет совокупный интеллектуально-инновационный потенциал современных горных инженеров, способный вывести угольные компании на

⁷ Гидравлический карьерный экскаватор УГЭ-300. Режим доступа: <https://uralmash-kartex.ru/gidravlicheskie-eksavatory/>

новый конкурентный уровень и обеспечить их устойчивое развитие в долгосрочной перспективе [16].

При этом коренным образом должна поменяться отраслевая система профессиональных квалификаций и компетенций кадрового потенциала угольной промышленности с ориентацией на приоритетные направления инновационно-цифровой трансформации и ее интеграции с системой высшего и среднего специального образования. В этом направлении должны быть сделаны следующие первоочередные шаги.

Во-первых, формирование цифрового кадрового потенциала угольной отрасли необходимо осуществлять на базе разработки совершенно новых профессиональных стандартов для рабочих, руководителей, специалистов и служащих, отражающих цифровые компетенции в функциональных картах вида профессиональной деятельности (требования к образованию, обучению и к опыту практической работы, трудовые функции, необходимые умения и знания, другие характеристики).

Во-вторых, важнейшим направлением формирования кадрового потенциала нового инновационного уровня является создание системы мониторинга трудоустройства выпускников высших и средних специальных учебных заведений по горным специальностям.

В-третьих, необходима научно обоснованная оценка кадровой потребности угольных компаний в молодых специалистах нового инновационно-цифрового уровня.

Предстоящая масштабная инновационно-цифровая трансформация угольной промышленности приводит к появлению новых требований к горным инженерам, основными из которых являются:

- способность эффективно взаимодействовать в цифровой среде для разработки и освоения инноваций;
- креативность мышления, то есть желание и возможность находить и реализовывать нестандартные, многовариантные решения задач инновационного развития, в том числе с использованием цифровых средств;
- способность управлять информацией и данными для разработки и освоения горно-технологических и других инноваций.

Создание условий для формирования и реализации интеллектуально-инновационного потенциала горных инженеров, удовлетворяющего этим требованиям, является системной задачей, для решения которой необходимо согласованное взаимодействие целого ряда субъектов: государства, образовательных учреждений (от школы до вузов), научно-исследовательских институтов, предприятий угольной промышленности и самих горных инженеров. Целенаправленные действия указанных субъектов по решению этой задачи практически невозможно осуществить без информации о текущем состоянии интеллектуально-инновационного потенциала горных инженеров, факторах, на него влияющих, без прогноза его изменения. В настоящее время такая информация отсутствует, а следовательно, требуется разработка методологии оценки и мониторинга как отдельных составляющих интеллектуально-инновационного потенциала горного инженера, так и общего его состояния.

В этой связи предстоит решить следующие научно-практические задачи:

- активизировать работу по разработке и внедрению профессиональных стандартов рабочих, руководителей, специалистов и служащих с учетом инновационно-цифровых технологических процессов, происходящих в насто-

ящее время в угольной промышленности и планируемых в будущем;

- возобновить отраслевую статистическую отчетность по состоянию кадрового потенциала отрасли, включая его половозрастную и квалификационную характеристики, с целью постоянного мониторинга человеческих ресурсов в ходе структурно-инновационных преобразований и предстоящих неминуемых сокращений персонала в связи с цифровой трансформацией отрасли;

– сформировать систему мониторинга трудоустройства выпускников высших и средних специальных образовательных учреждений по горным специальностям и кадровой потребности угольных компаний в молодых специалистах нового инновационного уровня;

– распространять лучшие практики ведущих угольных компаний, в частности АО «СУЭК», по основным направлениям системы обучения и развития персонала разных уровней (управленческого, рабочего), целевую подготовку студентов и школьников, формирование кадрового резерва;

– создать Совет по профессиональным квалификациям в угольной промышленности и обеспечить его финансирование за счет внебюджетных источников;

– создать сеть отраслевых региональных центров компетенций в области применения цифровых технологий для угольной промышленности, способствующих непрерывному профессиональному росту персонала горных предприятий;

– укрепить взаимодействие между образовательными учреждениями и предприятиями угольной промышленности, в основе которого должна быть пропаганда инженерных знаний нового цифрового уровня.

Оценка влияния инновационно-цифровой трансформации угольной отрасли на рынки труда горнопромышленных регионов

Неизбежным и одним из основных социально-экономических последствий инновационно-цифровой трансформации угольной промышленности будет массовое сокращение работников отрасли, связанное с высвобождением персонала в связи с масштабным внедрением инноваций в сфере автоматизации и роботизации основных технологических бизнес-процессов в целях достижения необходимых ориентиров производительности труда, а также высвобождение персонала с неперспективных и ликвидируемых предприятий.

По прогнозным ориентирам Программы развития угольной промышленности России на период до 2035 года, предусмотрен рост производительности труда работников, занятых в основном производстве, в 3–3,4 раза в 2035 г., по консервативному и оптимистическому сценариям соответственно ⁸. При этом в утвержденной Программе при наличии в ее структуре подпрограммы «Обеспечение социальной стабильности в угольной промышленности» не дается оценка социально-экономических последствий предстоящих масштабных структурных и инновационно-цифровых преобразований отрасли для рынков труда территорий угольной специализации (регионов и моногородов).

В этой связи в настоящей статье авторами дана прогнозная оценка численности высвобождаемого персонала угольной отрасли по горнопромышленным регионам угольной специализации с учетом достижения отраслевыми предприятиями прогнозируемого уровня производи-

⁸ Программа развития угольной промышленности России на период до 2035 года (утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 13.06.2020 № 1582-р). Режим доступа: <https://minenergo.gov.ru/node/433>

тельности труда на период до 2035 г. по сценариям инновационно-цифрового развития (рис. 4).

Таким образом, при росте добычи угля до 668 млн т в 2035 г. и росте среднемесячной производительности труда одного работника в основном производстве до 1100 т/чел. мес. по оптимистическому сценарию инновационного технологического развития расчетная численность занятых в основном производстве должна сократиться на 92,4 тыс. чел. (со 143 до 50,6 тыс. чел.), из них в основном горнопромышленном регионе – Кемеровской области – почти на 60 тыс. чел. (с 92,7 до 33 тыс. чел.). Привышеприведенных темпов роста производительности труда к концу прогнозного периода, то есть к 2035 г. в угольной отрасли России долж-

но остаться порядка 35% от ныне действующей численности персонала. Более 50% персонала отрасли должны быть сокращены в течение предстоящих 10 лет (см. рис. 4).

Реальность таких прогнозов основывается на том, что основным механизмом регулирования занятости персонала в угольной промышленности России должно стать активное применение аутсорсинга на вспомогательных производствах, добычных и вскрышных работах на разрезах отрасли, а также технологическая диверсификация угольных компаний, предполагающая расширение ассортимента выпускаемой продукции на основе технологической переработки угля и обеспечение частичной занятости персонала, высвобождаемого в основном производстве.

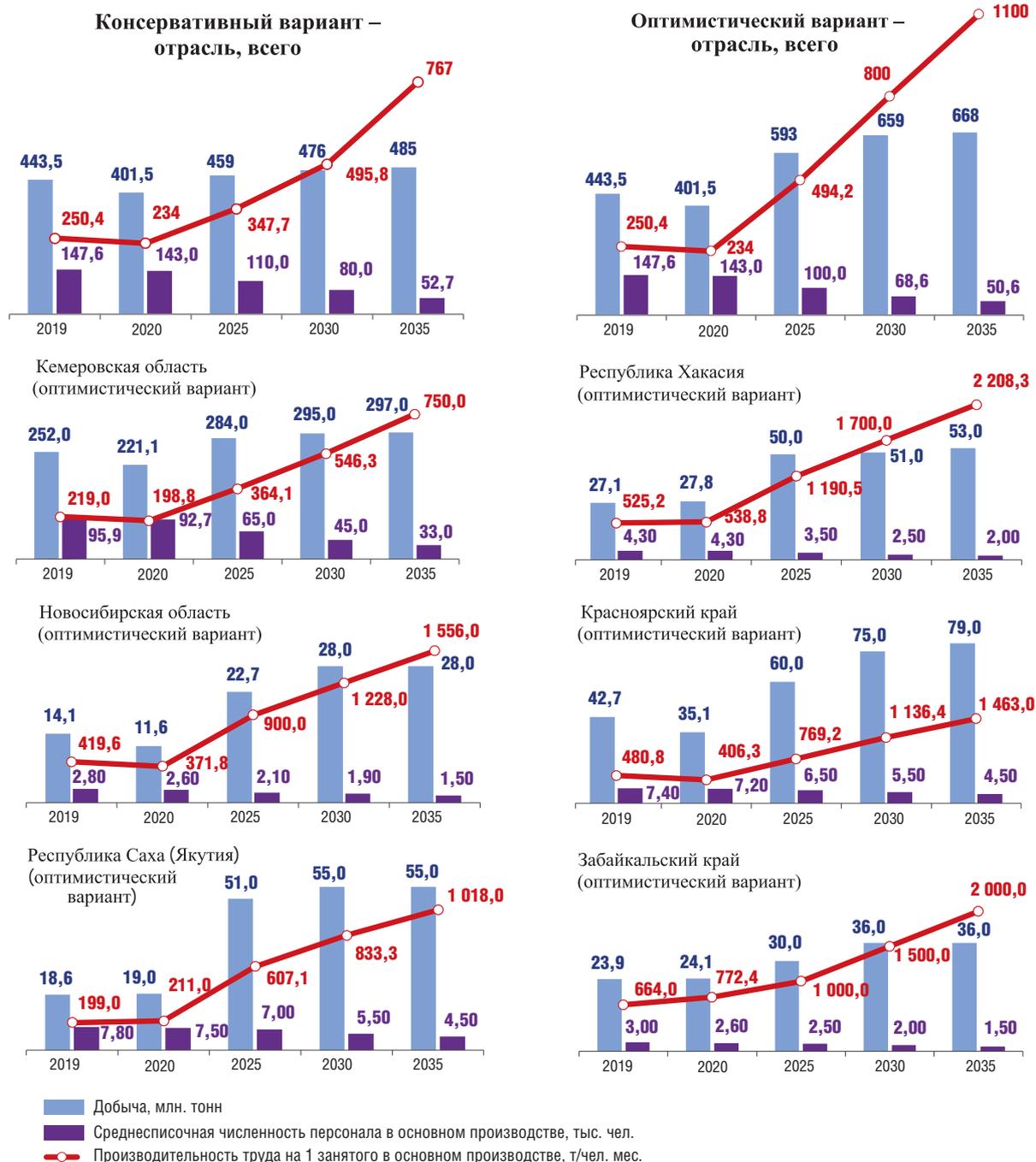


Рис. 4
Прогнозы добычи угля, среднемесячной производительности труда и среднесписочной численности персонала в основном производстве угольной промышленности на период до 2035 г. (по сценариям инновационно-цифрового развития) (расчеты авторов по данным Программы развития угольной промышленности России на период до 2035 года)

Fig. 4
Forecasts of coal production, average monthly labor productivity and average headcount in the core production operations of the coal industry for the period up to 2035 (based on innovation and digital development scenarios) (authors' calculations based on data from the Russian Coal Industry Development Program until 2035)

Однако, анализируя современное состояние рынков труда в 19 горнопромышленных регионах, где ведется добыча и переработка угля, следует констатировать, что в 13 из них уровень официально зарегистрированной безработицы населения выше, чем в среднем по России, включая Кемеровскую и Новосибирскую области и все восточные территории дислокации новых центров угледобычи, с которыми связано инновационно-цифровое и экспортно-ориентированное развитие угольной промышленности – Республики Хакасия, Саха (Якутия), Тыва, Забайкальский край и Амурская область (рис. 5).

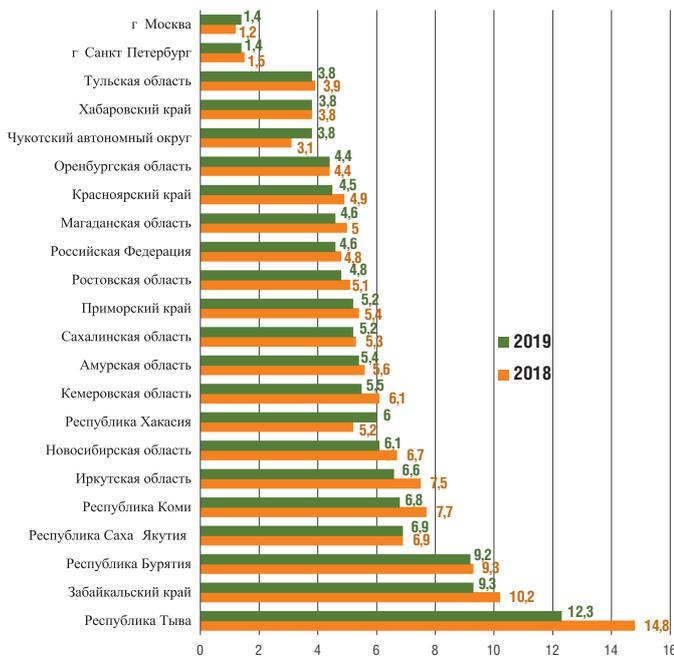


Рис. 5
Ранжирование субъектов Российской Федерации, где осуществляется добыча угля, по уровню безработицы населения в 2019 г., % (для сравнения приведены данные по Москве и Санкт-Петербургу) (анализ авторов по данным Росстата)

Fig. 5
Ranking of constituent territories of the Russian Federation with coal mining operations by unemployment rate of their population in 2019, % (data for Moscow and St. Petersburg are provided for comparison) (authors' analysis based on Rosstat data)

Из этого следует, что уже сегодня заблаговременно в этих регионах необходимо принимать меры по реализации региональных, муниципальных и корпоративных программ обеспечения занятости населения с учетом того, что инновационно-цифровые изменения в угольной отрасли будут происходить гораздо быстрее, чем процесс реструктуризации, когда высвобождение численности персонала регулировалось общепринятыми мерами обеспечения занятости (переводом работников с ликвидируемых нерентабельных на действующие перспективные предприятия, выходом работников на пенсию и др.).

При реализации оптимистического сценария инновационно-цифрового развития угольной промышленности расчетная численность занятых в отрасли для достижения необходимого уровня производительности труда в течение 15 лет к 2035 г. должна сократиться на 65%, в том числе: в Кемеровской области – на 64,4%; в Республике Хакасия – на 53,5%; в Новосибирской области – на 42,3%; в Красноярском Крае – на 37,5%; в Республике Саха (Якутия) – на 40%; в Забайкальском крае – на 42,3% (рис. 4).

В Республике Коми расчетная численность отраслевого

персонала может сократиться на 3,79 тыс. чел. (с 4,22 до 0,43 тыс. чел.), или на 90%, в связи с отработкой запасов и закрытием самых глубоких российских шахт Воркуты с особо опасными условиями труда.

Оценки различных авторов и представителей научного сообщества в отношении влияния цифровизации экономики на уровень безработицы расходятся. В частности, существует мнение, что процессы цифровизации могут привести лишь к структурной безработице в начальном периоде в ходе ликвидации устаревших и непроизводительных рабочих мест, а затем должна произойти адаптация системы подготовки кадров по новым специальностям [17]. При этом традиционные формы занятости должны трансформироваться в новые разновидности, связанные с созданием высокотехнологичных и высокопроизводительных рабочих мест с интеллектуальными факторами производства [18].

Современные мероприятия по регулированию рынков труда горнопромышленных территорий и обеспечения занятости высвобождаемых работников должны предусматривать:

- активное применение аутсорсинговых преобразований на предприятиях отрасли для перевода части персонала на вспомогательные непрофильные производства;
- предоставление дополнительных налоговых и кредитных льгот работодателям и поддержка малых предприятий, создающих новые рабочие места для высвобождаемых работников с предприятий угольной промышленности, в том числе на горнопромышленных территориях опережающего социально-экономического развития (ТОСЭР), включая моногорода угольной специализации;
- содействие собственной предпринимательской деятельности высвобождаемых работников, а также предпринимательской деятельности для трудоустройства и переподготовки высвобождаемых работников с финансовой поддержкой указанных мероприятий из различных бюджетных и внебюджетных источников;
- содействие созданию специализированных предприятий, обеспечивающих предотвращение и устранение последствий от воздействия угольного производства на окружающую среду, совершенствование инфраструктуры угледобывающих регионов, использующих высвобожденные из отрасли трудовые ресурсы;
- диверсификацию экономики горнопромышленных территорий с учётом их географической, сырьевой и хозяйственной специфики и опережающую подготовку для этого трудовых ресурсов.

Заключение

Анализ данных официальной статистики показал, что в настоящее время в угольной промышленности и в горнопромышленных регионах наблюдается слишком низкая инновационная активность и высокий уровень безработицы – во всех основных регионах добычи угля эти показатели хуже, чем в среднем по России. Кроме того, впервые после кризисного периода 2008–2009 гг. в прошедшем году произошло резкое снижение годового объема добычи угля и среднемесячной производительности труда как в целом по отрасли, так и в основных углепромышленных регионах (рис. 4), а также значительно снизилась инвестиционная активность угольных компаний.

В этой связи особого внимания заслуживает оценка возможных последствий воздействия современных кризисных явлений на показатели функционирования отрасли, которые в совокупности должны изменить прогнозируе-

мые программные целевые индикаторы развития отрасли как минимум в среднесрочной перспективе.

В направлении цифровизации технологических процессов добычи и переработки угля делаются только первые шаги, но другой альтернативы для стратегического конкурентоспособного развития угольной промышленности России в условиях смены технологических укладов, кроме масштабной инновационно-цифровой трансформации отрасли, просто не существует.

Поэтому в новой Программе развития угольной промышленности России на период до 2035 года предусмотрены разработка и внедрение инновационных технологий с элементами промышленной стратегии «Индустрия 4.0», которые предстоит осуществлять по следующим приоритетным направлениям⁹:

- 3D-моделирование геологической среды при разведке месторождений;
- автоматизация и роботизация проведения горных выработок на основе создания нового класса горнопроходческих машин;
- автоматизация и роботизация комплексно-механизированных забоев на основе создания комплексов нового поколения;
- развитие промышленного Интернета вещей при подземном и открытом способах добычи угля, при его обогащении и глубокой переработке и др.

⁹ Программа развития угольной промышленности России на период до 2035 года (утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 13.06.2020 № 1582-р). Режим доступа: <https://minenergo.gov.ru/node/433>

Список литературы

1. Рожков А.А., Карпенко С.М., Сукачев А.Б. Импортозависимость в угольной промышленности и перспективы импортозамещения горно-шахтного оборудования. *Горная промышленность*. 2017;(2):25–30. Режим доступа: <https://mining-media.ru/ru/article/ekonomic/12239-importozavisimost-v-ugolnoj-promyshlennosti-i-perspektivy-importozameshcheniya-gorno-shakhtnogo-oborudovaniya>
2. Рожков А.А. Структурный анализ импортозамещения в угольной промышленности России: реальность и прогноз. *Горная промышленность*. 2017;(6):8–17. Режим доступа: <https://mining-media.ru/ru/article/ekonomic/13173-strukturnyj-analiz-importozameshcheniya-v-ugolnoj-promyshlennosti-rossii-realnost-i-prognoz>
3. Рожков А.А., Карпенко Н.В. Анализ использования отечественного и зарубежного технологического оборудования на угледобывающих предприятиях России. *Уголь*. 2019;(7):58–64. DOI: 10.18796/0041-5790-2019-7-58-64.
4. Воскобойник М.П., Рожков А.А. Факторная оценка роста производительности труда в угольной промышленности. *Уголь*. 2015;(11):44–49. Режим доступа: <http://www.ugolinfo.ru/Free/112015.pdf>
5. Рожков А.А., Карпенко С.М. Оценка уровня импортозависимости угольной промышленности России и подготовки инженерных кадров для импортозамещения горного оборудования. *Горная промышленность*. 2020;(4):24–36. DOI: 10.30686/1609-9192-2020-4-24-36.
6. Гохберг Л.М., Дитковский К.А., Кузнецова И.А. и др. *Индикаторы инновационной деятельности*: 2019. М.: НИУ ВШЭ; 2019. 376 с.
7. Рожков А.А., Воскобойник М.П. Тенденции и перспективы долгосрочного развития угольной промышленности России в новых технико-экономических реалиях XXI века. *Горная промышленность*. 2018;(2):4–18. DOI: 10.30686/1609-9192-2018-2-138-4-18.
8. Воскобойник М.П., Рожков А.А. Ретроспективная и прогнозная оценки эффективности технологического развития угольной промышленности России. *Уголь*. 2018;(2):48–53. DOI: 10.18796/0041-5790-2018-2-48-53.
9. Плакиткин Ю.А., Плакиткина Л.С., Дьяченко К.И. Технологические импульсы, генезис и перспективы технологического развития угольной отрасли России. 1. Характеристика технологических импульсов, реализованных в угольной отрасли. *Уголь*. 2020;(6):15–20. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-6-15-20.
10. Плакиткин Ю.А., Плакиткина Л.С., Дьяченко К.И. Технологические импульсы, генезис и перспективы технологического развития угольной отрасли России. 2. Прогнозируемые технологические импульсы в угольной отрасли России в среднесрочной и долгосрочной перспективе. *Уголь*. 2020;(7):51–56. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-7-51-56.
11. Плакиткин Ю.А., Плакиткина Л.С. Мировой инновационный проект «Индустрия – 4.0» – возможности применения в угольной отрасли России. 1. Программа «Индустрия – 4.0» – новые подходы и решения. *Уголь*. 2017;(10):44–50. DOI: 10.18796/0041-5790-2017-10-44-50.
12. Плакиткин Ю.А., Плакиткина Л.С. Мировой инновационный проект «Индустрия – 4.0» – возможности применения в угольной отрасли России. 2. Что «требует» от угольной отрасли четвертая промышленная революция? *Уголь*. 2017;(11):46–53. DOI: 10.18796/0041-5790-2017-11-46-53.
13. Плакиткин Ю.А., Плакиткина Л.С. Анализ базовых направлений реализации Программ «Индустрия – 4.0» и «Цифровая экономика Российской Федерации». *Горная промышленность*. 2018;(1):22–28. DOI: 10.30686/1609-9192-2018-1-137-22-28
14. Плакиткин Ю.А., Плакиткина Л.С. Цифровизация экономики угольной промышленности России – от «Индустрии – 4.0» до «Общества 5.0». *Горная промышленность*. 2018;(4):22–30. DOI: 10.30686/1609-9192-2018-4-140-22-30.
15. Плакиткин Ю.А., Плакиткина Л.С. От цифровизации к «Индустрии – 4.0» и «Обществу 5.0» – возможности адаптации угольной промышленности России. Прогнозы развития отрасли до 2040 г. *Горная промышленность*. 2018;(5):56–61. DOI: 10.30686/1609-9192-2018-5-141-56-61.
16. Рожков А.А., Соловенко И.С., Коркина Т.А., Ложилова М.А. Инженерно-технический состав угольной отрасли России: ретроспектива, современное состояние, прогноз. *Уголь*. 2020;(4):16–25. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-4-16-25.

17. Кознов А.Б. Влияние цифровизации на рынок труда. *International Journal of Humanities and Natural Sciences*. 2019;(4-2):177–179. DOI: 10.24411/2500-1000-2019-10778.

18. Алексеева Н.В., Сазонов А.А. Анализ степени влияния цифровой экономики на формирование основных трендов на рынке труда и социально-трудовых отношений в Российской Федерации. *Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Экономика*. 2019;(2):28–36. DOI: 10.18384/2310-6646-2019-2-28-36.

References

1. Rozhkov A.A., Karpenko S.M., Sukachev A.B. Dependence of the coal industry on imports and prospects of mining equipment import substitution. *Gornaya promyshlennost = Russian Mining Industry*. 2017;(2):25–30. (In Russ.) Available at: <https://mining-media.ru/ru/article/ekonomic/12239-importozavisimost-v-ugolnoj-promyshlennosti-i-perspektivy-importozameshcheniya-gorno-shakhtnogo-oborudovaniya>

2. Rozhkov A.A. Structural analysis of import substitution in the coal sector of Russia: actual practice and forecast. *Gornaya promyshlennost = Russian Mining Industry*. 2017;(6):8–17. (In Russ.) Available at: <https://mining-media.ru/ru/article/ekonomic/13173-strukturnyj-analiz-importozameshcheniya-v-ugolnoj-promyshlennosti-rossii-realnost-i-prognoz>

3. Rozhkov A.A., Karpenko N.V. Analysis of the use of domestic and foreign technological equipment for coal mining enterprises of Russia. *Ugol = Russian Coal Journal*. 2019;(7):58–64. (In Russ.) DOI: 10.18796/0041-5790-2019-7-58-64.

4. Voskoboinik M.P., Rozhkov A.A. Factorial Estimation of Labor Productivity Growth in the Coal Industry. *Gornaya promyshlennost = Russian Mining Industry*. 2015;(11):44–49. (In Russ.) Available at: <http://www.ugolinfo.ru/Free/112015.pdf>

5. Rozhkov A.A., Karpenko N.V. Assessment of Import Dependence Level of Russian Coal Industry and Engineer Training for Import Substitution of Mining Equipment *Gornaya promyshlennost = Russian Mining Industry*. (In Russ.) DOI: 10.30686/1609-9192-2020-4-24-36.

6. Gokhberg L.M., Ditkovskii K.A., Kuznetsova I.A. et al. *Indicators of Innovative Activity: 2019*. Moscow: HSE University; 2019. 376 p. (In Russ.)

7. Rozhkov A.A., Voskoboinik M.P. Trends and prospects of long-term development of the Russian coal sector with new technological realities and in the new economic situation of the XXI century. *Gornaya promyshlennost = Russian Mining Industry*. 2018;(2):4–18. (In Russ.) DOI: 10.30686/1609-9192-2018-2-138-4-18.

8. Voskoboinik M.P., Rozhkov A.A. Russian coal industry technological development efficiency historical and predictive analysis. *Ugol = Russian Coal Journal*. 2018;(2):48–53. (In Russ.) DOI: 10.18796/0041-5790-2018-2-48-53.

9. Plakitkin Yu.A., Plakitkina L.S., Dyachenko K.I. Technological impulses, Genesis and prospects of technological development of the coal industry in Russia. 1. Characterization of technological pulses implemented in the coal industry. *Ugol = Russian Coal Journal*. 2020;(6):15–20. (In Russ.) DOI: 10.18796/0041-5790-2020-6-15-20.

10. Plakitkin Yu.A., Plakitkina L.S., Dyachenko K.I. Technological impulses, Genesis and prospects of technological development of the coal industry in Russia. 2. Predicted technological impulses in the Russian coal industry in the medium. *Ugol = Russian Coal Journal*. 2020;(7):51–56. (In Russ.) DOI: 10.18796/0041-5790-2020-7-51-56.

11. Plakitkin Yu.A., Plakitkina L.S. The Industry-4.0 global innovation project's potential for the coal industry of Russia. 1. Industry-4.0 Program – new approaches and solutions. *Ugol = Russian Coal Journal*. 2017;(10):44–50. (In Russ.) DOI: 10.18796/0041-5790-2017-10-44-50.

12. Plakitkin Yu.A., Plakitkina L.S. The Industry-4.0 global innovation project's potential for the coal industry of Russia. 2. What "requires" the fourth industrial revolution from the Russian coal industry? *Ugol = Russian Coal Journal*. 2017;(11):46–53. (In Russ.) DOI: 10.18796/0041-5790-2017-11-46-53.

13. Plakitkin Yu.A., Plakitkina L.S. Analysis of Baseline Implementation of the 'Industry 4.0' and the 'Digital Economy of the Russian Federation' Programs. *Gornaya promyshlennost = Russian Mining Industry*. 2018;(1):22–28. (In Russ.) DOI: 10.30686/1609-9192-2018-1-137-22-28

14. Plakitkin Yu.A., Plakitkina L.S. Digitization of the Russian coal sector economy – from industry 4.0 to society 5.0. *Gornaya promyshlennost = Russian Mining Industry*. 2018;(4):22–30. (In Russ.) DOI: 10.30686/1609-9192-2018-4-140-22-30.

15. Plakitkin Yu.A., Plakitkina L.S., Dyachenko K.I. From digitalization to industry-4.0 and society 5.0: opportunities of the Russian coal sector adaptation; forecast of the sector development for the period up to 2040. *Gornaya promyshlennost = Russian Mining Industry*. 2018;(5):56–61. (In Russ.) DOI: 10.30686/1609-9192-2018-5-141-56-61.

16. Rozhkov A.A., Solovenko I.S., Korkina T.A., Loshilova M.A. Engineers and technicians in Russian mining: retrospective view, present day state, forecast. *Ugol = Russian Coal Journal*. 2020;(4):16–25. (In Russ.) DOI: 10.18796/0041-5790-2020-4-16-25.

17. Koznov A.B. Influence of digitalization on the labor market. *International Journal of Humanities and Natural Sciences*. 2019;(4-2):177–179. (In Russ.) DOI: 10.24411/2500-1000-2019-10778.

Информация об авторах

Рожков Анатолий Алексеевич – доктор экономических наук, профессор, директор по науке АО «Росинформуголь», профессор Института экономики и управления промышленными предприятиями, НИТУ «МИСиС», г. Москва, Российская Федерация; e-mail: aarozhkov@mail.ru.

Соловенко Игорь Сергеевич – доктор исторических наук, доцент, профессор Юргинского технологического института (филиал), Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Юрга, Российская Федерация; e-mail: solovenko71@mail.ru.

Бесфамильная Светлана Вячеславовна – кандидат экономических наук, эксперт Центра развития профессиональных квалификаций, ВНИИ труда Минтруда России, г. Москва, Российская Федерация; e-mail: iined1@rambler.ru

Карпенко Сергей Михайлович – кандидат технических наук, доцент Горного института, НИТУ «МИСиС», г. Москва, Российская Федерация; e-mail: ksm_62@mail.ru.

Информация о статье

Поступила в редакцию: 25.01.2021
 Поступила после рецензирования: 25.02.2021
 Принята к публикации: 10.03.2021

Information about the authors

Anatoly A. Rozhkov – Dr. Sci. (Econ.), Professor, Director for Science of JSC “Rosinformugol”, Professor of the Institute of Economics and Industrial Management, NUST “MISIS”, Moscow, Russian Federation; e-mail: aarozhkov@mail.ru.

Igor S. Solovenko – Dr. Sci. (Hist.), Associate Professor, Professor of the Yurga Technological Institute (branch) of the National Research Tomsk Polytechnic University, Yurga, Russian Federation; e-mail: solovenko71@mail.ru.

Svetlana V. Besfamlnaya – Cand. Sci. (Econ.), Expert of the Center for the Development of Professional Qualifications of the VNIILabor of the Ministry of Labor of Russia, Moscow, Russian Federation; e-mail: iined1@rambler.ru.

Sergey M. Karpenko – Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Mining Institute, NUST “MISIS”, Moscow, Russian Federation; e-mail: ksm_62@mail.ru.

Article info

Received: 25.01.2021
 Revised: 25.02.2021
 Accepted: 10.03.2021