

УДК 338.45:622:004

DOI 10.34822/2312-3419-2020-4-25-33

ЦИФРОВИЗАЦИЯ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РЕГИОНА: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Т. А. Тюленева

Кузбасский государственный технический университет

им. Т. Ф. Горбачева, Кемерово, Россия

E-mail: krukta@mail.ru

Одной из проблем модернизации социально-экономической сферы регионов является повышение конкурентоспособности горнодобывающих предприятий, которое можно обеспечить путем снижения издержек, улучшения качества продукции, обеспечения безопасности производства. В статье описаны направления цифровизации горнодобывающей отрасли, преимущества внедрения цифровых технологий в процесс формирования себестоимости и цены готовой продукции, связанные с повышением эффективности ресурсной базы, оптимизацией расходов на материалы и оборудование, совершенствованием системы прогнозирования производственных сбоев и контролем за выполнением плана. Перечислены риски использования цифровых технологий на горнодобывающих предприятиях, обусловленные недостаточной степенью автоматизации производственных процессов, проблемами кибербезопасности и низким уровнем квалификации персонала. Кроме того, дано обоснование имеющегося потенциала и выявленных угроз, описаны технологии, применяемые предприятиями угледобывающей промышленности региона в условиях реализации федеральной и региональной программ цифровизации либо планируемые к применению в ближайший год, и связанные с их внедрением проблемы.

Ключевые слова: горнодобывающая промышленность, цифровизация, конкурентоспособность, защита информации, автоматизация.

Для цитирования: Тюленева Т. А. Цифровизация горнодобывающей промышленности региона: проблемы и перспективы // Вестник Сургутского государственного университета. 2020. № 4. С. 25–33. DOI 10.34822/2312-3419-2020-4-25-33.

DIGITALIZATION OF REGIONAL MINING INDUSTRY: PROBLEMS AND PROSPECTS

T. A. Tyuleneva

T. F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, Kemerovo, Russia

E-mail: krukta@mail.ru

One of the problems of modernizing the regions' social and economic sphere is the increase of the competitiveness among mining enterprises. This can be achieved by reducing costs, improving product quality, and ensuring industrial safety. The article describes the directions of the mining industry digitalization. The author presents as well the advantages of implementing digital technologies in the process of forming the production cost and price of finished products, associated with increasing the efficiency of the resource base, optimizing the cost of materials and equipment, improving the system for predicting production failures, monitoring the implementation of the plan. The risks of using digital technology in mining enterprises due to insufficient automation of production processes, ensuring cybersecurity and staff qualification are listed. In addition, a substantiation of the existing potential and identified threats is given. The author also describes the technologies that are used in the context of the implementation of the federal and regional digitalization program or that are planned to be used next year by the coal mining industry in the region, and the problems associated with their implementation.

Keywords: mining, digitalization, competitiveness, information security, automation.

For citation: Tyuleneva T. A. Digitalization of Regional Mining Industry: Problems and Prospects // Surgut State University Journal. 2020. No. 4. P. 25–33. DOI 10.34822/2312-3419-2020-4-25-33.

ВВЕДЕНИЕ

В условиях глобальной конкуренции на мировом рынке угля перед горнодобывающей промышленностью стоят те же вызовы, что и перед другими экономическими субъектами: развитие в условиях роста протекционизма и избыточных мощностей, снижение воздействия на окружающую среду, повышение безопасности производства, развитие человеческого капитала. По мнению А. И. Пискунова и В. Б. Главацкого [1], в горнодобывающей промышленности уровень конкурентоспособности предприятия определяется в первую очередь производительностью и эксплуатационным превосходством. В связи с этим цифровизация становится определяющим фактором, который позволит организациям в будущем оставаться конкурентоспособными. Вопросы цифровизации горнодобывающей промышленности являются актуальными для Кемеровской области – Кузбасса, ведущего горнодобывающего региона Российской Федерации, где в конце 2019 года была принята региональная программа цифровизации добычи угля «Чистый уголь – Зеленый Кузбасс».

Основные проблемы, с которыми сегодня сталкиваются горнодобывающие предприятия, – это заниженные оценки продукции, рост затрат, экологические вызовы, приостановка проектов, снижение глобального спроса и растущие риски безопасности и охраны труда. В работе [2] выделены пять главных задач, требующих решения в ближайшем будущем: повышение производственной эффективности за счет сбора и разумного использования данных; внедрение инноваций, связанных с использованием технологий и компьютерных приложений, которые уже активно используются в других отраслях; расширенное использование информационных технологий вместо технологической оптимизации старых методов; внедрение новых технологий в связи с возрастающими требованиями к охране окружающей среды на местах добычи и переработки сырья; внедрение способов управления сквозными процессами и использование контрольно-измерительных приборов с применением инженерного и прикладного программного обеспечения, а также платформ для сбора и отображения данных из различных источников.

Исторически производство горных работ было разбито на отдельные участки (автономные решения) с минимальной интеграцией между добычей, переработкой и транспортом. Развитие из отдельных элементов связанных производственно-сбытовых цепочек открывает новые перспективы для изменений и предоставляет широкие возможности для поиска новых эффективных решений и достижения результатов, а также для реализации экологических проектов или, другими словами, для предотвращения нанесения даже самого незначительного ущерба окружающей среде. В исследованиях [3–4] указано, что на данный момент цифровизация позволяет получить полную картину производственно-сбытовой цепи – от добычи полезного ископаемого до его отгрузки, обеспечивая целостное представление всей операции. В свою очередь, Г. В. Коровин [5] считает, что собранные данные могут быть проанализированы для выявления производственных проблем, управления запасами и качеством, контроля производства и производительности активов, понимания и экономии ресурсов и затрат.

Первая волна цифровизации связала разрозненные операции, корпоративные процессы и отчетность посредством платформ корпоративных ресурсов (далее – ERP). Следствием данной консолидации во всем мире стали крупные инвестиции в цифровую инфраструктуру для связи в ряде случаев сильно удаленных частей производства. При этом на уровне предприятия, как отмечено в работе [6], система управления производством (далее – MES) является стандартной информационной сетью для отслеживания производства и переработок. По мере того, как уменьшается количество целевой рабочей силы в горной промышленности и она, особенно в развитых странах, становится все более специализированной и дорогой, цифровые технологии используются для передачи информации об операциях руководству и местным работникам, позволяя лучше контролировать производство и быстрее устранять проблемы. По мнению О. А. Степанова [7], из-за опасных условий труда и угрозы для окружающей среды на местах добычи подключенные датчики, мониторы и сигнализации стали ключевыми инструментами для

сбора и передачи сообщений о потенциально опасных происшествиях и условиях, а также для быстрого оповещения сотрудников и руководства о возможных проблемах.

Цифровизация, автоматизация и новые технологии могут предоставить операторам и техническим специалистам быстрый доступ к важной информации о производительности, условиях производимых работ и техническом оснащении. Так, Е. А. Истомина [8] указывает, что наличие такого рода данных ускоряет принятие решений, устранение неполадок, увеличивает эффективность работы и обеспечивает лучшую защиту окружающей среды. Кроме того, цифровизация обеспечивает более безопасные условия труда, способствует взаимодействию между производственными площадками и повышает привлекательность работы. В своем исследовании А. С. Волошин, Л. А. Горячева и М. Ю. Ливенцева [9] выделяют следующие направления развития цифровых технологий в горнодобывающей отрасли:

1. Данные, вычислительная мощность и обеспечение связей. Внедрение огромного числа датчиков, формирующих большие объемы данных для анализа и обеспечения связи между машинами, в физические объекты становится все более доступным. Персонал получает огромное количество данных от датчиков, в результате чего создается более точная и последовательная картина реальных условий.

2. Аналитика и развитые информационные возможности. Как отмечают М. Чехлар, С. А. Жиронкин и О. В. Жиронкина [10], достижения в области аналитики помогают преобразовать обширные наборы данных в представление о вероятности будущих событий. Телекоммуникационные компании, например, используют интеллектуальные алгоритмы для прогнозирования поведения клиентов, розничные фирмы используют их для формирования целевых предложений для покупателей. По их мнению, такие задачи горной промышленности, как геологическое моделирование, ежедневное планирование и профилактическое обслуживание, все чаще входят в область интеллектуальных статистических и оптимизационных алгоритмов.

3. Цифрофизическое преобразование. Авторы работы [10] отмечают, что достиже-

ния в робототехнике делают полностью автономное оборудование более доступным и эффективным, а технологические успехи в такой области, как искусственный интеллект, повышают сложность робототехники и расширяют сферу ее применения. В горнодобывающей промышленности использование дистанционно управляемого и ассистируемого контрольного оборудования становится повсеместным, а внедрение полностью автономного оборудования укореняется в транспортировке, бурении и других процессах. Все эти технологии способствуют радикальным переменам в способах проведения добычи. Для таких изменений характерны как использование потока информации для снижения неэффективности в принятии решений, так и развертывание более централизованных механизированных операций для уменьшения количества возможных проблем при реализации этих решений.

Цифровизация может включать в себя разработку так называемого цифрового двойника или цифровой копии, которая создается и развивается одновременно с реальной машиной. Кроме того, А. Б. Титов, О. В. Михеенко и Е. М. Чепикова [11] указывают, что внедрение программ оцифровки, таких как облачные сервисы, удаленная диагностика машин и анализ данных, может положить начало формированию новых бизнес-моделей в существующих компаниях, а также созданию совершенно новых компаний и концепций.

Таким образом, цифровизация открывает возможности для решения задач, с которыми в настоящее время все еще сталкивается горнодобывающая промышленность. Горнодобывающие предприятия нуждаются в решениях, которые не только собирают, визуализируют и анализируют операционные данные, но и управляют ими на разных площадках.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объектом исследования являются процессы цифровизации горнодобывающей промышленности региона. Методика их изучения основывается на сравнительном анализе статистических данных о цифровизации в отраслях промышленности в целом и в горнодобывающей отрасли в частности. Цель исследования состоит в оценке состояния цифровизации добычи полезных ископаемых региона для выяв-

ления перспектив развития и требующих решения проблем.

Предполагается, что в условиях цифровизации мониторинг процессов и комплексная диагностика оборудования в режиме реального времени приведут к оптимизации планирования и сокращению простоев и, следовательно, к снижению затрат на техническое обслуживание. Использование интеллектуальных программных и аппаратных модулей для управления энергией связывает энергетический менеджмент с автоматизацией и таким образом обеспечивает прозрачность энергоснабжения шахты, что приводит к эффективному использованию энергии и лучшему контролю затрат. Общая база данных для инженерной деятельности и документации способствует последовательному управлению данными, их обновлению, экономии затрат на разработку и адаптацию и, следовательно, увеличению времени безотказной работы оборудования.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для оценки преимуществ и недостатков цифровизации целесообразно рассмотреть потенциал Российской Федерации и ее горнодобывающей промышленности, а также возможные риски, сопутствующие данному процессу.

Наибольшее влияние цифровизация будет оказывать в случае внедрения технологий в единую цепочку создания стоимости угля. В настоящее время существует пять областей формирования значимой стоимости, согласно классификации, выделенной в работе [12]:

1. Глубокое понимание базы ресурсов. Процесс улучшения оценки ресурсов – от разведки до краткосрочного планирования добычи – связан с различными факторами: масштабом или площадью работ, источниками данных и различными геологическими моделями. Статистические методы, позволяющие разобраться в разведочных данных, способны повысить вероятность обнаружения ресурсов и обеспечить большую эффективность подготовительных и добычных работ и в итоге получить максимально достоверную информацию. Интеграция геологических данных в один универсальный источник достоверной информации содействует оптими-

зации параметров работ, позволяет создать выполняемый план по добыче.

2. Оптимизация расходов на материалы и оборудование. По сути, производственно-сбытовые цепи горнодобывающей промышленности представляют собой взаимосвязанные системы из нескольких единиц стационарного и мобильного оборудования. Данные в режиме реального времени и современные аналитические компьютерные программы обеспечивают возможность планирования и обработки решений, которые позволят максимально задействовать оборудование и получать высокую прибыль. Совмещение традиционного управления с интеллектуальными алгоритмами может оптимизировать работу оборудования для достижения большей эффективности.

3. Совершенствование прогнозирования сбоев в работе оборудования. Горнодобывающие предприятия обычно собирают огромные объемы данных с рабочих машин и оборудования, однако эта информация редко используется для получения аналитических оценок. Использование этой информации в условиях цифровизации для оценки вероятности выхода из строя конкретных компонентов вместо использования традиционного подхода по текущему времени способствует сокращению расходов на техническое обслуживание и предотвращению сбоев.

4. Повышение механизации за счет автоматизации. Автоматизация дает возможность снизить эксплуатационные расходы, улучшить рабочую дисциплину, повысить защиту окружающей среды и обеспечить безопасность труда. Кроме того, развитие автоматизации горнодобычи выявляет возможности для сокращения числа сотрудников, работающих в наиболее опасных областях.

5. Мониторинг производительности в режиме реального времени и сопоставление его с планом. Преимуществами сбора данных в таком режиме являются: актуальная информация о состоянии и местоположении каждой единицы оборудования во время подготовительных или добычных работ в конкретный временной отрезок и анализ того, работает ли она в соответствии с планом. Такие знания придают новое значение менеджменту операций, в котором речь идет не о ежемесячном

отчете, а о фокусировании на изменениях и соответствии плану. Кроме того, передача данных в режиме реального времени главному операционному центру содействует быстрому принятию управленческих решений в головном офисе, который при этом способен принимать меры для оптимизации операций по всей производственно-сбытовой цепи.

Наряду с перечисленными преимуществами стоит отметить и риски цифровизации горнодобывающих предприятий. Это прежде всего недостаточная степень использования ими средств автоматизации производственных процессов, в связи с чем переход на цифровые технологии может занять

длительное время. Так, на момент утверждения программы «Цифровая экономика Российской Федерации» индекс цифровизации бизнеса по всем видам экономической деятельности составил только 28,4, а аналогичный показатель по деятельности «Добыча полезных ископаемых» – 29,1, что превышает среднее значение, рассчитанное по всем видам экономической деятельности, только на 0,7 пункта.

Сравнительный анализ использования цифровых технологий по тем же параметрам оценки за аналогичный период (табл.1) подтвердил такое соотношение индексов.

Таблица 1

Сравнительный анализ использования цифровых технологий экономическими субъектами РФ – в целом по видам экономической деятельности и в добывающей промышленности (в % от общего числа организаций)

Показатель	Всего по видам деятельности, в %	Добыча полезных ископаемых, в %
1. Использование автоматизированных систем контроля		
1.1. Всего	24,6	29,3
1.2. ERP-системы	19,2	25,6
1.3. CRM-системы	13	12,5
1.4. SCM-системы	7,1	8,2
2. Использование программных средств		
2.1. Системы электронного документооборота	62,3	63,6
2.2. Системы выполнения финансовых расчетов в электронном виде	53,7	55,6
2.3. Системы выполнения организационных, управленческих и экономических задач	52,7	58,7
2.4. Электронные справочно-правовые системы	50,4	63,2
2.5. Системы менеджмента снабжения и сбыта	41,0	34,9
2.6. Системы предоставления доступа к базам данных посредством информационных сетей	27,5	24,0
2.7. Системы автоматизированного менеджмента производства и/или отдельных технических средств и технологических процессов	20,1	38,1
2.8. Системы проектирования	17,0	29,9
2.9. Обучающие программы	15,4	29,4
2.10. Для научных исследований	3,6	4,4
3. Интенсивность использования цифровых технологий		
3.1. Широкополосный интернет	81,5	85,5
3.2. Облачные сервисы	22,6	17,4
3.3. RFID-технологии	6,2	10,2
3.4. Электронные продажи через веб-сайты	12,3	6,9

Примечание: составлено автором по [13].

Так, автоматизированные системы производственного контроля используют около 30 % горнодобывающих предприятий, при этом наиболее распространенными из применяющихся являются ERP-системы. Будучи по своей природе корпоративными системами кон-

троля, они применяются крупными горнодобывающими предприятиями, которые могут позволить себе значительные финансовые затраты на их приобретение и адаптацию. По сравнению с экономическими субъектами других отраслей экономики, по которым были

рассчитаны усредненные показатели, горнодобывающие предприятия гораздо чаще используют программные средства для управления производством (доля применяющих их предприятий составляет более 38 %, что почти в 2 раза превышает усредненный показатель), а также для проектирования отдельных видов работ (почти 30 %, что в 1,8 раза больше среднего показателя по отраслям).

Сравнительный анализ использования средств защиты информации на момент принятия программы «Цифровая экономика России» (далее – Программа) показал, что практически по всем сопоставляемым параметрам горнодобывающие предприятия уделяют больше внимания защите информации (табл. 2).

Таблица 2

Сравнительный анализ использования средств защиты информации экономическими субъектами РФ – в целом по видам экономической деятельности и в добывающей промышленности (в % от общего числа организаций)

Показатель	Всего по видам деятельности, в %	Добыча полезных ископаемых, в %
1. Регулярно обновляемые антивирусные программы	87,8	92,8
2. Средства электронной цифровой подписи	83,7	79,4
3. Программные аппаратные средства, препятствующие доступу вредоносных программ	64,8	77,0
4. Технические средства аутентификации пользователей	64,6	68,6
5. Средства строгой аутентификации	61,4	70,9
6. Спам-фильтры	59,3	60,4
7. Средства шифрования	51,3	54,6
8. Средства обнаружения вторжения в компьютерную сеть	45,0	51,0
9. Программные средства автоматизации процессов анализа и контроля защищенности компьютерных систем	34,9	40,5
10. Резервное копирование данных на носители, находящиеся физически не на территории организации	30,7	32,6
11. Биометрические средства аутентификации пользователя	5,7	7,5

Примечание: составлено автором по [13].

Тем не менее для устранения указанных выше угроз в условиях цифровизации производства необходимо усиление контроля защиты от доступа в компьютерную сеть (применяется около 51 % горнодобывающих предприятий) и защищенности компьютерных систем (40 %).

Дополнительным фактором риска цифровизации может стать недостаточный уровень

профессионализма персонала для работы с цифровыми технологиями, поскольку на момент утверждения Программы по доле специалистов в сфере информационно-коммуникационных технологий как средней, так и высшей квалификации Россия находилась на 30-м месте с показателями 0,3 и 1,2 % соответственно (рис.).

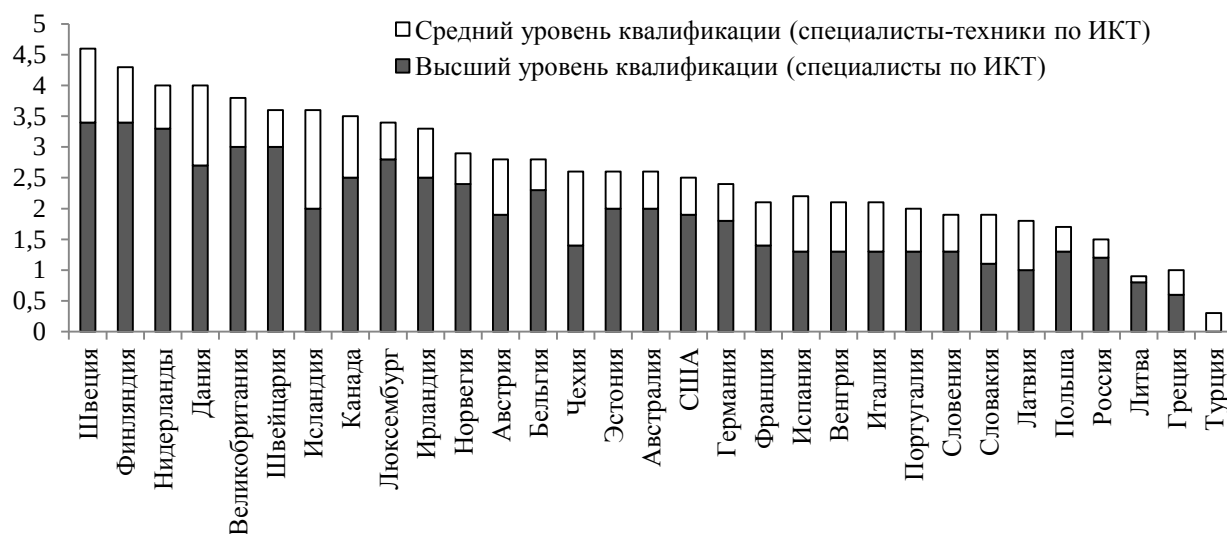


Рисунок. Доля специалистов по ИКТ в общей численности занятых по уровням квалификации и странам, в % [13]

По результатам процедуры самооценки из 8 холдинговых компаний горнодобывающей промышленности Кемеровской области – Кузбасса к концу 2018 г. максимальную готовность к цифровизации продемонстрировали 2 (то есть данные структуры находятся в стадии перехода к цифровым системам управления либо могут начать переход в течение ближайших 3 лет). На 9 предприятиях, входящих в их состав, технологии будут внедряться постепенно, с отставанием от других, причем среди цифровых технологий, имеющих наибольший уровень внедрения либо планируемых к внедрению в 2019–2020 гг., выделены технологии удаленной видеотрансляции, видеоконференций; система беспроводной связи с рабочими; система диспетчеризации горных работ, как отмечается в работе [14]; автоматизированная система управления, учета и контроля объемов выбросов загрязняющих веществ; цифровое моделирование; виртуальная шахта/разрез при проектировании и оперативном управлении; большие данные (BigData), предиктивный анализ, нейротехнологии и искусственный интеллект при обработке данных; машинное обучение (например, при анализе геологических условий или технологий выработки).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты проведенного исследования показали, что горнодобывающие предприятия уделяют больше внимания использованию

цифровых технологий и средств защиты информации по сравнению с усредненными по отраслям промышленности Российской Федерации показателями. Это обусловлено спецификой деятельности данных экономических субъектов, работающих в условиях повышенной опасности, что требует более активного привлечения автоматизированных средств контроля и инструментов защиты технологических процессов. При этом детальный анализ показал, что цифровая трансформация в горнодобывающей отрасли присутствует на уровне крупных холдингов, с запаздыванием реализации принципов цифровизации в отдельных их структурах, применяющих элементы цифровых технологий; а также имеется дефицит квалифицированных кадров в сфере автоматизации и информационной безопасности добычи полезных ископаемых. В связи с этим одним из направлений дальнейших исследований в данной сфере является оценка возможностей расширенного использования программных средств автоматизации процессов анализа и контроля защищенности компьютерных систем применительно к специфике горнодобывающей промышленности, а также средств обнаружения вторжения в компьютерную сеть. Другое направление дальнейшего исследования перспектив цифровизации добычи полезных ископаемых региона – выполнение сравнительного анализа должностных обязанностей персонала горнодобывающих

предприятий по обеспечению цифровизации и реализуемых программ подготовки специалистов среднего профессионального и высшего образования в сфере информационно-коммуникационных технологий в промышленности и информационной безопасности. Итогом реализации данного направления ста-

нет выявление потребностей горнодобывающих предприятий в знаниях, умениях, навыках и опыте профессиональной деятельности специалистов по цифровизации и разработка предложений по корректировке учебных программ дисциплин для максимального соответствия этим потребностям.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пискунов А. И., Главатский В. Б. Новая индустриализация России: пути преодоления отставания // *Вопр. инновац. экономики*. 2019. Т. 9, № 2. С. 287–300.
2. Vorobiev A. E., Metaksa G. P., Bolenov E. M., Metaksa A. S., Alisheva Zh. N. Digitization of the Mining Industry. Concept and Modern Geotechnology // *Изв. Национал. Акад. наук Республики Казахстан. Сер. геологии и технич. наук*. 2019. Т. 4, № 436. С. 121–127.
3. Плакиткин Ю. А., Плакиткина Л. С. Цифровизация экономики угольной промышленности России – от «Индустрии 4.0» до «Общества 5.0» // *Горная промышленность*. 2018. № 4 (140). С. 22.
4. Tyuleneva T. Environmental consequences of coal mine elimination // *Proceedings of the 9th China-Russia Symposium “Coal in the 21st Century: Mining, Intelligent Equipment and Environment Protection”* 2018. P. 352–356.
5. Korovin G. B. Problems of Industrial Digitalisation in Russia // *Изв. Урал. гос. эконом. ун-та*. 2018. Т. 19, № 3. С. 100–110.
6. Тенденции развития экономики и промышленности в условиях цифровизации / под ред. А. В. Бабкина. СПб., 2017. 658 с.
7. Степанов О. А. Криминологическая оценка потенциальных угроз безопасности объектов угольной промышленности в условиях цифровизации // *Уголь*. 2019. № 2 (1115). С. 47–48.
8. Истомина Е. А. Оценка трендов цифровизации в промышленности // *Вестн. Челябинск. гос. ун-та*. 2018. № 12 (422). С. 108–116.
9. Волошин А. С., Горячева Л. А., Ливенцева М. Ю. Цифровизация экономики угольной промышленности России – от «Индустрии 4.0» до «Общества 5.0» // *Приклад. информац. системы в технологиях наземного транспорта (машиностроение) : материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием ; Политехн. ин-т (филиал) ДГТУ в г. Таганроге*. Таганрог, 2019. С. 93–98.
10. Чехлар М., Жиронкин С. А., Жиронкина О. В. Горизонты конвергентного развития открытой геотехнологии в 21-м веке: мировой опыт // *Вестн. Кузбасс. гос. технич. ун-та*. 2019. № 3. С. 94–102.
11. Титов А. Б., Михеенко О. В., Чепикова Е. М. Цифровизация национальной экономики: концепция, технологии, активы // *Вестник Сургутского государственного университета*. 2019. № 4. С. 68–73.
12. Ширинкина Е. В. Влияние цифровизации на принципы управления человеческим капиталом

REFERENCES

1. Piskunov A. I., Glavatskii V. B. Novaia industrializatsiia Rossii: puti preodoleniia otstavaniia // *Voprosy innovatsionnoi ekonomiki*. 2019. Vol. 9. No. 2. P. 287–300. (In Russian).
2. Vorobiev A. E., Metaksa G. P., Bolenov E. M., Metaksa A. S., Alisheva Zh. N. Digitization of the Mining Industry. Concept and Modern Geotechnology // *Izvestiia Natsionalnoi akademii nauk Respubliki Kazakhstan. Seriiia geologii i tekhnicheskikh nauk*. 2019. Vol. 4. No. 436. P. 121–127.
3. Plakitkin Yu. A., Plakitkina L. S. Tsifrovizatsiia ekonomiki ugolnoi promyshlennosti Rossii – ot “Industrii 4.0” do “Obshchestva 5.0” // *Gornaia promyshlennost*. 2018. No. 4 (140). P. 22. (In Russian).
4. Tyuleneva T. Environmental Consequences of Coal Mine Elimination // *Proceedings of the 9th China-Russia Symposium “Coal in the 21st Century: Mining, Intelligent Equipment and Environment Protection”*. 2018. P. 352–356.
5. Korovin G. B. Problems of Industrial Digitalisation in Russia // *Izvestiia Uralskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta*. 2018. Vol. 19. No. 3. P. 100–110. (In Russian).
6. Tendentsii razvitiia ekonomiki i promyshlennosti v usloviakh tsifrovizatsii / Ed. A. V. Babkina. Saint Petersburg, 2017. 658 p. (In Russian).
7. Stepanov O. A. Kriminologicheskaiia otsenka potentsialnykh ugroz bezopasnosti obiektov ugolnoi promyshlennosti v usloviakh tsifrovizatsii // *Ugol*. 2019. No. 2 (1115). P. 47–48. (In Russian).
8. Istomina E. A. Otsenka trendov tsifrovizatsii v promyshlennosti // *Vestnik Cheliabinskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2018. No. 12 (422). P. 108–116. (In Russian).
9. Voloshin A. S., Goriacheva L. A., Liventseva M. Yu. Tsifrovizatsiia ekonomiki ugolnoi promyshlennosti Rossii – ot “Industrii 4.0” do “Obshchestva 5.0” // *Prikladnye informatsionnye sistemy v tekhnologiyakh nazemnogo transporta (mashinostroenie): materials of the All-Russian Scientific Conference with International Participation. Polytechnic Institute (Branch) of DSTU in Taganrog*. Taganrog, 2019. P. 93–98. (In Russian).
10. Chekhlar M., Zhironkin S. A., Zhironkina O. V. Gorizonty konvergentnogo razvitiia otkrytoj geotekhnologii v 21-m veke: mirovoj opyt // *Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*. 2019. No. 3. P. 94–102. (In Russian).
11. Titov A. B., Mikheenko O. V., Chepikova E. M. Digitalization of National Economy: Concepts,

- работников промышленности // Экономика и менеджмент систем управления. 2018. № 4–3 (30). С. 397–402.
13. Абдрахманова Г. И., Вишневский К. О., Гохберг Л. М. и др. Индикаторы цифровой экономики: 2019 : стат. сб. ; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». М. : НИУ ВШЭ, 2019. 248 с.
14. Никитенко М. С., Кизилев С. А. Техно-технологические платформы для создания роботизированных комплексов по разработке мощных пластовых месторождений // Научные технологии разработки и использования минеральных ресурсов. 2019. № 5. 257–263.
- Technology, Assets // Surgut State University Journal. 2019. No. 4. P. 68–73. (In Russian).
12. Shirinkina E. V. Vliianie tsifrovizatsii na printsipy upravleniia chelovecheskim kapitalom rabotnikov promyshlennosti // Ekonomika i menedzhment sistem upravleniia. 2018. No. 4–3 (30). P. 397–402. (In Russian).
13. Abdrakhmanova G. I., Vishnevskii K. O., Gokhberg L. M. et al. Indikatory tsifrovoi ekonomiki: 2019 : statisticheskii sbornik. Nats. issled. un-t "Vysshiaia shkola ekonomiki". Moscow : NIU VShE, 2019. 248 p. (In Russian).
14. Nikitenko M. S., Kizilov S. A. Tekhniko-tekhnologicheskie platformy dlya sozdaniya robotizirovannykh kompleksov po razrabotke moshchnykh plastovykh mestorozhdenij // Naukoemkie tekhnologii razrabotki i ispolzovaniya mineralnykh resursov. 2019. No. 5. 257–263. (In Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Тюленева Татьяна Александровна – кандидат экономических наук, доцент, Кузбасский государственный технический университет им. Т. Ф. Горбачева, Кемерово, Россия.
E-mail: krukta@mail.ru

ABOUT THE AUTHOR

Tatyana A. Tyuleneva – Candidate of Sciences (Economics), Docent, T. F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, Kemerovo, Russia.
E-mail: krukta@mail.ru