

ЦИФРОВИЗАЦИЯ В ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

О. Е. Каленов

Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова,
Москва, Россия

Уровень конкурентоспособности предприятий горнодобывающей промышленности определяется в первую очередь производительностью и эксплуатационным превосходством. Цифровизация становится определяющим фактором, который дает возможность компаниям данной сферы в будущем оставаться конкурентоспособными. В горнодобывающей промышленности переход на новые, более совершенные методы работы происходит медленнее, как правило, из-за масштабов и сложности производственных процессов, а также в связи со значительными объемами затрат на перевооружение. Поэтому некоторые предприятия данной сферы используют цифровые технологии недостаточно активно. Тем не менее ведущие мировые горнодобывающие компании вкладывают огромные средства в развитие современных технологий в области энергетики и автоматизации с целью увеличения уровня добычи и экологической эффективности, сокращения объемов использования ручного труда, издержек и энергозатрат. Становится очевидным, что цифровые технологии открывают новые возможности для значительного увеличения производительности труда и роста прибыли. В статье рассматриваются основные направления цифровой трансформации горнодобывающих предприятий, раскрываются основные преимущества, а также возможные угрозы. Автор анализирует как зарубежные, так и российские примеры эффективной цифровизации на предприятиях данной отрасли.

Ключевые слова: цифровизация, горнодобывающая промышленность, предприятие, трансформация, инновации, Интернет вещей, индустрия 4.0, big data, цифровые технологии.

DIGITALIZATION IN THE MINING INDUSTRY

Oleg E. Kalenov

Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia

Competitiveness of mining enterprises is determined, mainly by their productivity and operation superiority. Digitalization becomes a decisive factor, which can provide an opportunity to companies of this sphere to remain competitive in the future. In mining industry passing-over to new, advanced methods of work usually happens more slowly due to the scale and complexity of production processes and considerable costs necessary for re-equipment. That is why certain enterprises of this field use digital technologies without enthusiasm. However, the leading mining companies in the world invest vast funds in development of advanced technologies in power engineering and automation in order to increase mining and ecological efficiency, to cut the volume of hand labour, costs and power expenses. It is obvious that digital technologies can give new opportunities for serious rise in productivity and profit. The article studies key lines in digital transformation at mining enterprises, demonstrates basic advantages and potential threats. The authors analyze both foreign and Russian examples of effective digitalization at enterprises of this sphere.

Keywords: digitalization, mining industry, enterprise, transformation, innovation, the Internet of things, industry 4.0, big data, digital technologies.

Являясь одной из старейших отраслей, горнодобывающая промышленность по-прежнему остается основным направлением мирового производства. Она включает в себя добычу, переработку и обогащение минерального

сырья. Ее активное развитие началось с конца XVIII – начала XIX в. в период массового строительства фабрик и заводов. В XX в. темпы геологоразведки и извлечения сырья нарастали. Сейчас, когда запасы горнодобывающей промышленности ис-

тощаются, человечество всерьез задумалось о замене традиционных энергоресурсов. Тем не менее разведка и разработка месторождений продолжают.

Несмотря на то, что доля горнодобывающей промышленности занимает всего около 10% в структуре мирового хозяйства, она является главным источником доходов многих стран. Без ее первичных материалов и энергоресурсов не смогли бы существовать другие отрасли, в том числе наукоемкие и высокотехнологичные. К лидерам в области горнодобывающей промышленности, на долю которых приходится добыча 70% ресурсов планеты, относятся США, Канада, Австралия, Китай и Россия.

Горнодобывающая промышленность относится к первичному сектору экономики, в связи с чем характеризуется не самой высокой степенью инновационности по сравнению с предприятиями перерабатывающей промышленности или сферы услуг [4]. Однако несмотря на изначально сложившуюся консервативность, горнорудная промышленность не смогла избежать перемен. Сейчас цифровые технологии с использованием развитых систем управления предприятием и его бизнес-процессами в различной степени внедряются в деятельность всех без исключения предприятий отрасли.

По различным оценкам, численность населения нашей планеты к середине XXI в. достигнет 9 млрд человек. Бурный рост населения, усиленный фактором урбанизации, позволяет прогнозировать повышение спроса на энергоносители и продукцию металлургической промышленности. Несмотря на тренды зеленой энергетики, потребление угля с каждым годом растет на 0,6%, а для реализации проектов по возобновляемым источникам энергии, например, требуется в несколько раз больше металлов, чем для традиционной энергетики. Кроме того, формируются новые, активно развивающиеся рынки, такие как производство электромобилей и аккумуляторных батарей большой мощности.

Вместе с тем несмотря на оптимистичные перспективы, предприятия горнодобывающей промышленности сталкиваются с очень серьезной проблемой – критическим ростом расходов [2; 8]. Так, капитальные затраты возросли более чем на 30%, а увеличение операционных расходов порой достигает 90%. Это связано с такими причинами, как увеличение затрат на трудовые ресурсы, снижение качества руд, давление со стороны новых рынков, истощение запасов некоторых видов рудного сырья, расположение новых рудников в географически удаленных районах с экстремальными погодными условиями и др. Все это негативно сказывается на цене готового продукта и его маржинальности. Поэтому важнейшей задачей предприятия становится повышение производительности и сокращение издержек. Одним из инструментов рационализации производства выступает применение цифровых технологий, а цифровая трансформация становится обязательным условием обеспечения рентабельности компании [3].

В настоящее время мы являемся свидетелями серьезных трансформационных изменений в экономических процессах. Происходит четвертая цифровая промышленная революция, концепцию которой представил К. Шваб на Всемирном экономическом форуме в 2011 г. С каждым днем все больше предприятий втягиваются в этот процесс, осваивая методы и инструменты индустрии 4.0. Ее суть заключается в интеграции производства и цифровых технологий, что в конечном счете позволяет заменять ручной труд роботами, создавать цифровые двойники производств и т. д. Наибольших конкурентных преимуществ добьются те предприятия, которые смогут сформировать благоприятную среду для изменений и обеспечить поддержку инициатив в области цифровой трансформации.

Большинство российских предприятий стремительно наращивают свой цифровой потенциал, однако темпы внедрения новых технологий все-таки остаются недоста-

точными для завоевания лидерских позиций [1; 7]. Анализ индекса цифровизации бизнеса в целом показывает, что в России цифровизация бизнес-процессов осуществляется менее динамично по сравнению с большинством европейских стран (рис. 1). Данный показатель характеризует степень использования фирмами широко-

полосного Интернета, RFID-технологий, облачных сервисов, ERP-, CRM- и CSM-систем, а также возможность осуществления электронной торговли. Лидерами выступают Финляндия – 52, Дания – 50, Бельгия – 49, Швеция – 47. Аутсайдерами являются Греция – 31, Болгария – 30, Румыния – 27. Значения индекса для России – 32.

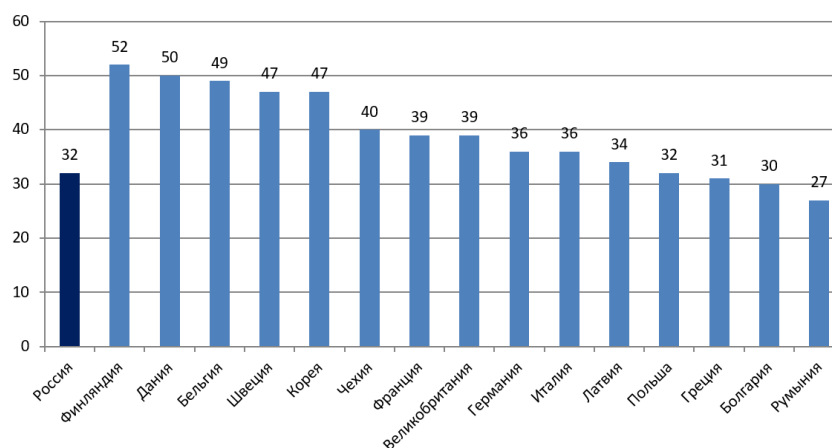


Рис. 1. Индекс цифровизации бизнеса по странам [6]

Если рассматривать индекс цифровизации бизнеса по видам деятельности, то наиболее высокие значения показателя наблюдаются в сфере телекоммуникаций (44,5), оптовой и розничной торговли (39,2), обрабатывающей промышленности (35,8), отрасли информационных технологий (35,6), деятельности гостиниц и предприятий общественного питания (34,1), обеспечении энергией (30,2), транспортировке и хранении (29,3), научной и технической деятельности (26,6), строительстве (25,3), водоснабжении, водоотведении, утилизации отходов (24,9) и операциях с недвижимым имуществом (23,8) (рис. 2).

и индустрии информационных технологий (35,6), наиболее низкие – в строительстве (25,3), водоснабжении, водоотведении и утилизации отходов (24,9) и в операциях с недвижимым имуществом (23,8) (рис. 2).

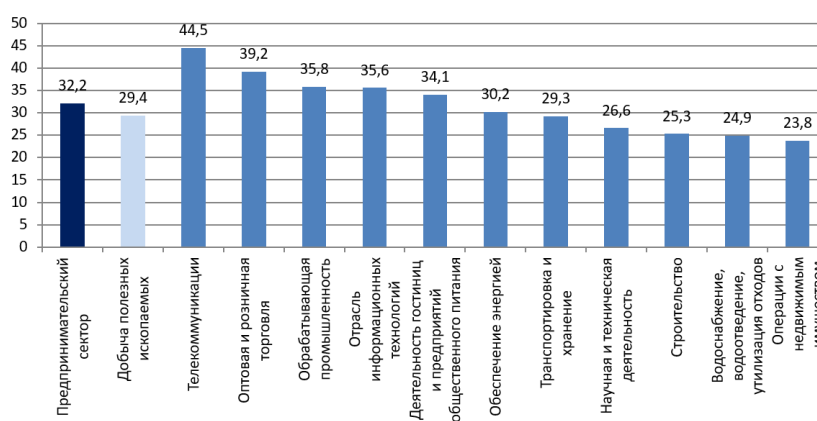


Рис. 2. Индекс цифровизации бизнеса по видам деятельности [6]

Индекс цифровизации добывающих отраслей составляет 29,4, что ниже среднего значения по предпринимательскому сектору. Это лишь подтверждает вышена-

званный тезис о том, что горнодобывающая промышленность является достаточно консервативной сферой и цифровизация процессов здесь происходит гораздо

меньшими темпами. Основными причинами, препятствующими цифровой трансформации, могут выступать нехватка специалистов, отсутствие отраслевых знаний и компетенций для разработки грамотной цифровой стратегии, недостаточное техническое оснащение производства. Однако, по оценкам экспертов, в ближайшем будущем цифровизация в горном секторе полностью догонит технологическую революцию 4.0.

Рассматривая структуру цифровой трансформации, можно сделать ряд выводов. Во-первых, только 1/3 российских организаций применяет системы, предназначенные для автоматизации работы с ключевыми для бизнеса данными и информаци-

ей. Самыми распространенными из них являются ERP-системы, их используют в среднем около 23,3% предприятий, тогда как в Корее, Франции и Финляндии этот показатель в 2 раза выше. Анализ данных об использовании ERP-, CRM-, SCM-систем в организациях по видам деятельности позволяет сделать вывод, что в добывающей промышленности эти системы применяются не самым активным образом (рис. 3). Показатель использования RFID-технологий добывающими компаниями (12,2%) опережает среднее значение по предпринимательскому сектору (8,2%), обгоняя даже предприятия обрабатывающей промышленности (12%) и уступая лишь организациям сферы телекоммуникаций (46,1%).

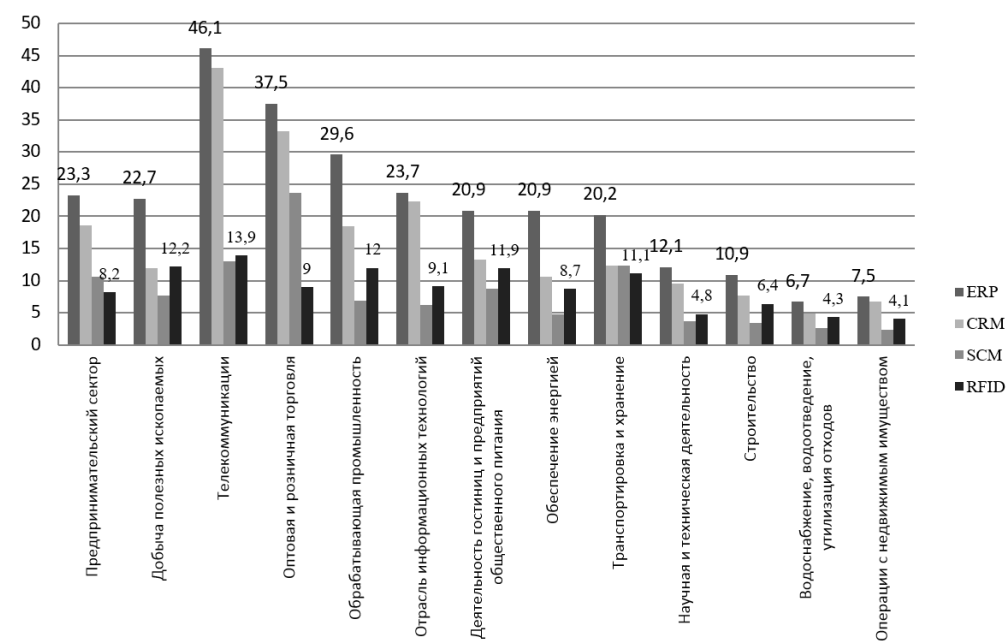


Рис. 3. Использование ERP-, CRM-, SCM-систем и RFID-технологий в организациях (в %) [6]

В настоящее время к основным проблемам, с которыми сталкиваются предприятия горнодобывающей промышленности, относятся волатильность цен, увеличение затрат, заниженные оценки продукции, экологические угрозы, приостановка проектов, снижение глобального спроса, а также растущие риски в сфере безопасности и охраны труда. В связи с этим предприятиям отрасли требуется решить ряд важных вопросов:

- применение передовых информационных технологий вместо оптимизации старых методов;
- внедрение инноваций, в основе которых лежат цифровые технологии, применяемые в других отраслях;
- повышение эффективности производства за счет нового подхода к сбору, анализу и использованию информации;
- внедрение новых технологий, отвечающих современным требованиям по

охране окружающей среды в местах добычи и переработки сырья;

- применение новых способов управления сквозными процессами, а также платформ для сбора и использования данных из различных источников.

Традиционно работы в горнодобывающей промышленности были разделены на отдельные эксплуатационные подразделения, характеризующиеся минимальными взаимосвязями между добычей, переработкой и транспортировкой. Интеграция разрозненных элементов в производственно-сбытовые цепочки открывает перед предприятиями широкие возможности как по поиску новых способов решения производственных задач, так и по минимизации ущерба окружающей среде. Оцифровка этих цепочек обеспечивает целостное представление комплекса операций от входа до выхода и реализуется по следующим направлениям (рис. 4):

- *получение данных и обеспечение связей.* Внедрение большого числа датчиков в физические объекты становится все доступнее. Это позволяет связать их в одну сеть и отслеживать происходящие изменения в реальном времени. Например, возникновение проблем в труднодоступных местах шахты сразу же отображается в контрольном центре управления, что позволяет предпринять определенные действия и не допустить серьезных негативных последствий;

- *аналитика и моделирование.* Передовые аналитические возможности позволяют при помощи инструментов big data и машинного обучения со значительной точностью прогнозировать те или иные события. В горнодобывающей промышленности это дает возможность решать задачи геологического моделирования, оперативного планирования и профилактического обслуживания. Кроме того, цифровые технологии позволяют разрабатывать модель цифрового двойника (цифровую копию), которая создается и развивается вместе с реальным объектом. Например, имитационная модель рудника представляет собой

виртуальную 3D-модель со всей инфраструктурой, благодаря которой можно проводить анализ вариантов плана горных работ и выбирать оптимальные, определять необходимые для них ресурсы, выявлять узкие места и т. д.;

- *взаимодействие людей и машин.* Современные технологии позволяют обеспечивать не только взаимодействие машин друг с другом, но и с человеком. Например, использование промышленного экзоскелета обеспечивает уменьшение нагрузки на человека, а также позволяет снизить травмоопасность и утомляемость при выполнении работ с тяжелым ручным инструментом, при поднятии и переносе грузов и т. д.;

- *цифrofизическая трансформация,* обеспечивающая адаптацию цифровых решений в физическом мире. За последние 30 лет стоимость промышленных роботов снизилась почти в 2 раза. Искусственный интеллект позволяет существенно расширить область их применения, передавая выполнение производственных и управленческих функций от человека к роботу. Техника может быть как комплексно автоматизированной, так и подразумевать дистанционное управление и реализовываться в процессах бурения, погрузки и выгрузки, транспортировки и др. Так, установленное на карьерные самосвалы оборудование позволяет контролировать качество дорожного покрытия в автоматическом режиме, а не посылать в карьеры людей для выполнения этой задачи [5].

Таким образом, выстроенная система цифровизации может открывать перед горнодобывающим предприятием ряд преимуществ:

- улучшение оценки ресурсов, начиная от разведки и заканчивая планированием добычи. Цифровые технологии позволяют интегрировать информацию о производственных операциях по добыче руды, а также оптимизировать параметры буровых и взрывных работ;

- сокращение затрат на оборудование и материалы. Сочетание современных тех-

нологий (мобильных технологий, Интернета вещей и др.) способствует оптимизации объемов добычи ресурсов, движения транспорта, планирования шахт, загрузки оборудования и т. д.;

- прогнозирование сбоев в работе оборудования и проведение профилактических работ. Постоянный мониторинг процессов и комплексная диагностика оборудования в режиме реального времени приводят к сокращению простоев и в случае отклонения работы от нормы позволяют оперативно принимать соответствующие меры;

- автоматизация и роботизация процессов, позволяющие снизить эксплуата-

ционные затраты и обеспечить безопасность технологических процессов. Применение автоматизации в горной промышленности позволяет на 50% уменьшить численность сотрудников при выполнении опасных работ;

- контроль и оценка производительности. Удаленные операционные центры могут видеть реальную картину по каждой единице оборудования, сопоставляя ее с плановыми показателями. Таким образом, головной офис способен быстро принимать решения по оптимизации операций во всей производственно-сбытовой цепи, не ограничиваясь лишь отдельными подразделениями и процессами.

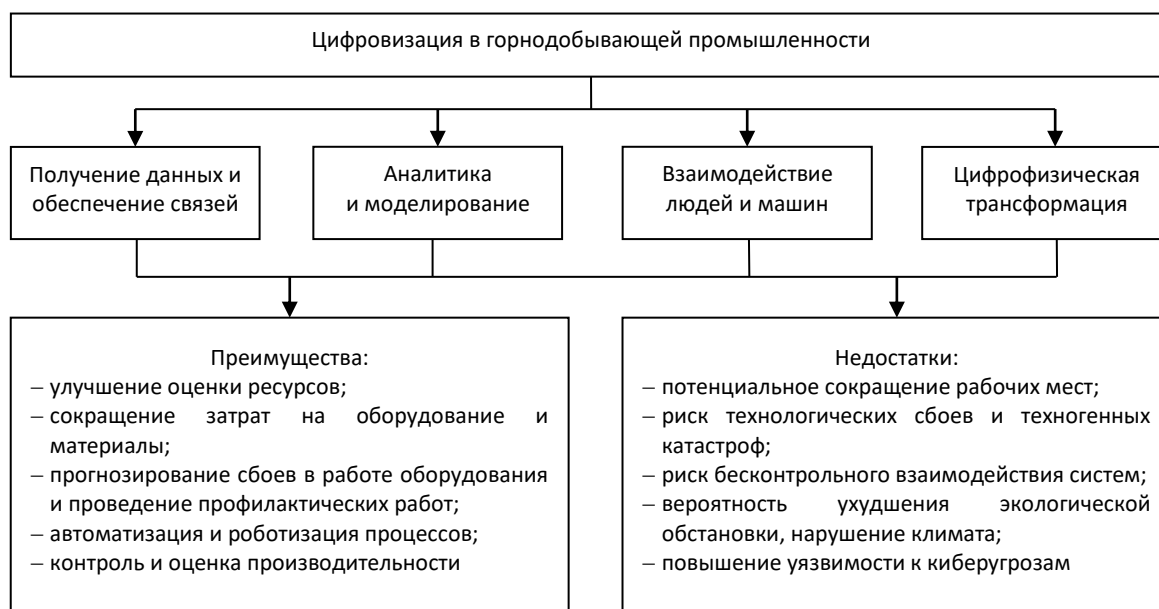


Рис. 4. Направления, преимущества и недостатки цифровизации в горнодобывающей промышленности

Возможности цифровизации практически безграничны. Однако помимо преимуществ, она может таить в себе и угрозы. Во-первых, масштабная автоматизация и роботизация – это потенциальное сокращение рабочих мест. Во-вторых, в связи с возрастанием сложности систем будет расти и риск технологических сбоев и техногенных катастроф, а также риск бесконтрольного взаимодействия систем, наносящих вред отдельному человеку, организации или обществу в целом. В-третьих,

цифровые технологии влекут за собой интенсификацию производства, которая без соответствующих мер обеспечения безопасности может привести к ухудшению экологической обстановки, нарушению климата и т. д. И наконец, цифровизация повышает уязвимость к киберугрозам, которые могут быть связаны не только с промышленным шпионажем, но и с вмешательством злоумышленников в технологический процесс. Зачастую кибератаки направлены на выведение из строя систем,

отвечающих за энергетику предприятия, производственные процессы, водоснабжение и транспорт.

Существует большое количество как зарубежных, так и российских примеров эффективной цифровой трансформации горнодобывающих предприятий. Так, австралийский железнорудный проект Roy Hill на одном из своих крупнейших рудников полностью перестроил весь технологический процесс. Для реализации трансформационных мероприятий были использованы перерабатывающий завод в регионе Пилбара, большегрузная железнодорожная система от шахты до порта, новые портовые объекты в Порт-Хедленде и удаленный операционный центр в Перте. В итоге цифровизация позволила компании не только оптимизировать производственно-сбытовые цепи, но и улучшить работу сложных систем и существенно повысить производительность.

Другим ярким примером является одна из крупнейших в мире горнодобывающих компаний Vale Brazil. Старая система управления производством серьезно отличалась на двадцати шахтах и десяти фабриках по производству окатышей, а также на железнодорожных путях и в портах. Большинство стандартных операций, таких как планирование, бурение, взрывные работы и перемещение материалов, выполнялись отдельно с присущими недостатками в управлении различными процессами. Применение цифровой системы управления позволило структурировать и оптимизировать все операции посредством обеспечения взаимосвязей. Система дает возможность обрабатывать до 1,2 терабайт данных в реальном времени. Таким образом, это позволило достичь Vale Brazil ряда преимуществ, например, повысить производительность рабочих процедур, оптимизировать кадровые ресурсы, улучшить условия безопасности, сократить затраты, связанные с авторскими правами на ИТ, повысить эффективность управления активами. Экономия финансовых затрат посредством внедрения цифровых техноло-

гий, снижения вредного воздействия производства за счет повышения производительности труда и сокращения простоев составит около 50 млн долларов.

Кроме того, можно рассмотреть и опыт российских компаний. Например, структурное подразделение Уральского асбестового горно-обогатительного комбината предприятие «Промтехвзрыв» с 2020 г. проводит опытно-промышленные взрывы, применяя электронные детонаторы. Это позволяет не допускать ошибок замедления при инициации и отражается на качестве дробления, снижении сейсмического воздействия и позволяет исключить подбой скважин. Помимо этого, на предприятии продолжается автоматизация производственных процессов. Так, цех эмульсионных взрывчатых веществ получил автоматизированный участок изготовления эмульгатора. Это позволило уйти от ручного управления мешалками, насосами, тэнами и вентиляторами. Теперь ими руководит контроллер, оператор лишь вводит необходимые параметры.

Также примером современного горнодобывающего предприятия, активно осуществляющего цифровую трансформацию, является Михеевский горно-обогатительный комбинат «Русской медной компании», расположенный в Челябинской области. Интеграция более 3 000 контроллеров, датчиков и исполнительных устройств в единую информационную сеть позволила компании существенно сократить время диагностики оборудования и определения причин отклонения в его работе. Теперь управление технологическими процессами могут осуществлять всего три человека в смену – два оператора и технолог.

Дальневосточная компания «Приморскуголь» также может похвастаться целым комплексом цифровых систем. К ним относятся система видеоконтроля за работой транспортной техники, позволяющая руководителям наблюдать за процессами на мониторах в режиме реального времени; система контроля каче-

ства дорог, позволяющая увеличивать срок службы карьерной техники и шин самосвалов; автоматизированная система весового и видеоконтроля загрузки и др. Все это позволяет существенно повышать эффективность производства по нескольким направлениям: во-первых, за счет экономии топлива снизить затраты на 10%; во-вторых, сократить нерегламентированные простои более чем на 3/4, наконец, добиться сокращения затрат на эксплуатацию техники почти на 10%.

Порой в процессе промышленной цифровизации принимают участие и научно-образовательные организации. Так, сотрудничество МГТУ имени Г. И. Носова и Магнитогорского металлургического комбината привело к созданию в 2018 г. инновационного предприятия ООО «РнД МГТУ», занимающегося исследованиями, разработкой и внедрением высокотехнологичных продуктов индустрии 4.0 на российских промышленных предприятиях. К его основным проектам можно отнести промышленные пассивные экзоскелеты, предназначенные для наиболее сложных процессов на предприятии; автоматизированную систему цифровых двойников турбоагрегатов; машинное зрение, позво-

ляющее контролировать технологические процессы; распознавание газования на коксовых батареях; промышленный Интернет вещей в системах технического водоснабжения.

Таким образом, цифровая трансформация – это не долгосрочные перспективы, а уже активно формирующаяся реальность. Она позволяет изменить к лучшему способы формирования стратегий и моделей ведения производственно-коммерческой деятельности компаний. Как и большинство отраслей промышленности, горнодобывающая отрасль также непрерывно развивается и эволюционирует, хотя и более медленными темпами. Однако несмотря на все изменения, которые происходят уже сейчас, это все равно еще только начало. В ближайшем будущем мы станем свидетелями абсолютно новых технических и технологических достижений, выходящих за рамки применения устройств получения и обработки информации и использования автономной самоуправляемой техники. Все это в итоге принесет пользу горнодобывающей промышленности, раскрыв ее колоссальный потенциал, и позволит предприятиям отрасли гармонично интегрироваться в новую экономику.

Список литературы

1. Докукина А. А. Гибкие подходы к управлению инновационными проектами организаций: значение и возможности Agile // Экономика, предпринимательство и право. – 2021. – № 2. – С. 333–348.
2. Жиронкин С. А., Колотов К. А., Жиронкина О. В. Институциональные ловушки и экстерналии инновационного неоиндустриального импортозамещения // Экономика и управление инновациями. – 2017. – № 1. – С. 4–17.
3. Кукушкин С. Н. Планирование деятельности организации в экономике знаний // Вестник Российского экономического университета имени Г. В. Плеханова. – 2019. – № 4 (106). – С. 32–39.
4. Кукушкин С. Н. Четырехсекторная модель экономики // Вестник Российского экономического университета имени Г. В. Плеханова. – 2020. – № 1 (109). – С. 25–31.
5. Финансы автотранспортной и дорожной отраслей в условиях цифровизации экономики : монография / под ред. И. В. Политковской, Т. А. Шпилькиной, М. А. Жидковой. – М. : Русайнс, 2020.
6. Цифровая экономика: 2021 : краткий статистический сборник / Г. И. Абдрахманова, К. О. Вишневский, Л. М. Гохберг и др.; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – М. : НИУ ВШЭ, 2021.

7. Dokukina A. A., Petrovskaya I. A. Open Innovation as a Business Performance Accelerator: Challenges and Opportunities for the Firms' Competitive Strategy // *Smart Innovation, Systems and Technologies*. – 2020. – Vol. 172. – P. 275–286.

8. Zhironkin S., Demchenko S., Kayachev G., Ryzhkova M., Zhironkina O. Neo-Industrial Base for Sustainable Development of Raw-Materials Cluster // *E3S Web of Conferences*. 3rd International Innovative Mining Symposium, IIMS 2018 : Electronic edition. – EDP Sciences, 2018.

References

1. Dokukina A. A. Gibkie podkhody k upravleniyu innovatsionnymi proektami organizatsiy: znachenie i vozmozhnosti Agile [Flexible Approaches to Innovation Project Management: Agile Significance and Possibilities]. *Ekonomika, predprinimatelstvo i pravo* [Economics, Entrepreneurship and Law], 2021, No. 2, pp. 333–348. (In Russ.).

2. Zhironkin S. A., Kolotov K. A., Zhironkina O. V. Institutsionalnye lovushki i eksternalii innovatsionnogo neoindustrialnogo importozameshcheniya [Institutional Traps and Externalities of Innovative Neo-Industrial Import Substitution]. *Ekonomika i upravlenie innovatsiyami* [Economics and Innovation Management], 2017, No. 1, pp. 4–17. (In Russ.).

3. Kukushkin S. N. Planirovanie deyatel'nosti organizatsii v ekonomike znaniy [Planning the Organization Work in Economy of Knowledge]. *Vestnik Rossiyskogo ekonomicheskogo universiteta imeni G. V. Plekhanova* [Vestnik of the Plekhanov Russian University of Economics], 2019, No. 4 (106), pp. 32–39. (In Russ.).

4. Kukushkin S. N. Chetyrehsektornaya model ekonomiki [Four-Sector Model of Economy]. *Vestnik Rossiyskogo ekonomicheskogo universiteta imeni G. V. Plekhanova* [Vestnik of the Plekhanov Russian University of Economics], 2020, No. 1 (109), pp. 25–31. (In Russ.).

5. Finansy avtotransportnoy i dorozhnoy otrasley v usloviyakh tsifrovizatsii ekonomiki, monografiya [Finances of Motor Transportation and Road Industries in Conditions of Economy Digitalization, monograph], edited by I. V. Politkovskaya, T. A. Shpilkina, M. A. Zhidkova. Moscow, Rusayns, 2020. (In Russ.).

6. Tsifrovaya ekonomika: 2021, kratkiy statisticheskiy sbornik [Digital Economy: 2021: brief statistic bulletin], G. I. Abdrakhmanova, K. O. Vishnevskiy, L. M. Gokhberg et al.; Nats. issled. un-t «Vysshaya shkola ekonomiki». Moscow, NIU VSHE, 2021. (In Russ.).

7. Dokukina A. A., Petrovskaya I. A. Open Innovation as a Business Performance Accelerator: Challenges and Opportunities for the Firms' Competitive Strategy. *Smart Innovation, Systems and Technologies*, 2020, Vol. 172, pp. 275–286.

8. Zhironkin S., Demchenko S., Kayachev G., Ryzhkova M., Zhironkina O. Neo-Industrial Base for Sustainable Development of Raw-Materials Cluster. *E3S Web of Conferences*. 3rd International Innovative Mining Symposium, IIMS 2018. Electronic edition. EDP Sciences, 2018.

Сведения об авторе

Олег Евгеньевич Каленов

кандидат экономических наук,
доцент кафедры экономики
промышленности РЭУ им. Г. В. Плеханова.
Адрес: ФГБОУ ВО «Российский экономический
университет имени Г. В. Плеханова»,
117997, Москва, Стремянный пер., д. 36.
E-mail: oekalenov@yandex.ru

Information about the author

Oleg E. Kalenov

PhD, Assistant Professor
of the Department for Industrial Economics
of the PRUE.
Address: Plekhanov Russian University
of Economics, 36 Stremyanny Lane,
Moscow, 117997, Russian Federation.
E-mail: oekalenov@yandex.ru