

Цифровая трансформация производственных процессов и бизнес-моделей горнодобывающей промышленности в условиях рыночной нестабильности

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-2-32-37>

САВОН Д.Ю.

Доктор экон. наук,
профессор кафедры «Промышленный менеджмент»
НИТУ «МИСЦ»,
119049, г. Москва, Россия,
e-mail: di199@yandex.ru

ШКАРУПЕТА Е.В.

Доктор экон. наук,
профессор кафедры «Цифровая
и отраслевая экономика»
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный
технический университет»,
394071, г. Воронеж, Россия,
e-mail: 9056591561@mail.ru

САФРОНОВ А.Е.

Доктор экон. наук,
профессор кафедры «Менеджмент и бизнес-технологии»
ФГБОУ ВО «Донской государственный
технический университет»,
344010, г. Ростов-на-Дону, Россия,
e-mail: reception@dstu.edu.ru

АНИСИМОВ А.Ю.

Канд. экон. наук,
доцент кафедры «Финансы и кредит»
НАНО ВО «Институт мировых цивилизаций»,
119991, г. Москва, Россия,
e-mail: anisimov_au@mail.ru

ВИХРОВА Н.О.

Канд. экон. наук,
доцент кафедры «Экономика»
НИТУ «МИСЦ»,
119049, г. Москва, Россия,
e-mail: natalia.vichrova@yandex.ru

Цифровая трансформация производственных процессов и бизнес-моделей горнодобывающих предприятий, идущая рука об руку с выбором соответствующих цифровых технологий, сможет обеспечить долгосрочные решения тревожных экономических проблем нашего времени. В статье поднимаются вопросы, связанные с текущим и будущим состоянием горнодобывающей промышленности до, во время и после цифровой трансформации. В ходе исследования рассмотрены: необходимость, преимущества, содержание, цели и задачи, принципы, основные направления, инструменты и этапы осуществления цифровой трансформации горнодобывающих предприятий. Выделены системные проблемы цифровой трансформации отрасли, на основе решения которых авторами предложен алгоритм цифровой трансформации горнодобывающих предприятий с поэтапным внедрением, который уже начал применяться в холдинге «ЕВРАЗ». В процессе цифровой трансформации особая роль отведена руководителю цифровой трансформации (CDTO). Представленные разработки позволят комплексно преобразовать отечественную горнодобывающую промышленность на основе изменения стратегии и применения новых операционных бизнес-моделей на глобальном уровне в условиях рыночной нестабильности, волатильного спроса, проблем поиска новых месторождений в новых регионах, необходимости более длительной эксплуатации активов, ориентации на высокие стандарты в работе, а также изменений в правилах ведения горнодобывающего бизнеса по всему миру.

Ключевые слова: цифровая трансформация, цифровизация, горнодобывающая промышленность, горные предприятия, горнодобывающие предприятия, горнодобывающая отрасль, руководитель цифровой трансформации, CDTO.

Для цитирования: Цифровая трансформация производственных процессов и бизнес-моделей горнодобывающей промышленности в условиях рыночной нестабильности / Д.Ю. Савон, Е.В. Шкарупета, А.Е. Сафронов и др. // Уголь. 2021. № 2. С. 32-37. DOI: 10.18796/0041-5790-2021-2-32-37.

ВВЕДЕНИЕ

Горнодобывающая промышленность стоит на пороге радикальных структурных изменений, вызванных цифровой трансформацией всех процессов. Цифровизация – необходимое условие для устойчивого роста производительности и доходности, сохранения конкурентного преимущества.

Цифровая трансформация несет в себе как огромный потенциал, так и серьезные вызовы. При цифровой трансформации происходит резкое снижение транзакционных издержек за счет появления новых моделей деятельности, прежде всего цифровых платформ; соединение возможностей технологий и традиционной сферы деятельности организации приводит к появлению новых продуктов и процессов с принципиально иными качествами.

ЭВОЛЮЦИЯ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Рассматривая эволюцию цифровой трансформации горнодобывающей промышленности, можно выделить три этапа ее осуществления: автоматизация → цифровизация → цифровая трансформация.

На первом этапе, который большинство горнодобывающих предприятий уже почти завершили, должна быть осуществлена автоматизация в части внедрения информационных технологий. Причем для автоматизации характерно внедрение IT-решений, повторяющих имеющиеся процессы. Предыдущие попытки внедрения информационных технологий в горнодобывающей промышленности привели к созданию разрозненных информационных систем и часто дублировали, не изменяя, «бумажные» процессы [1].

Вторым этапом, происходящим в настоящее время, является цифровизация горнодобывающих предприятий, то есть приход в горную промышленность не просто информационных, а именно цифровых технологий, которые радикально удешевят производство. По результатам исследования, проведенного компанией KPMG в 2019 г., ключевыми цифровыми технологиями в России стали следующие восемь: роботизация (RPA), анализ больших данных (Big Data) и предиктивная аналитика, чат-боты, искусственный интеллект (AI), виртуальная и дополненная реальность VR/AR, интернет вещей (IoT), оптическое распознавание и блокчейн. Цифровые технологии внедряются в горнодобывающей промышленности в условиях Индустрии 4.0.

Третьим этапом в эволюции цифровой трансформации должно стать внесение коренных изменений в технологии, культуру, операции и принципы создания новых продуктов и услуг. Индустрия 4.0 всего лишь часть более глобального процесса. Сегодня уже говорят о рождении суперинтеллектуального социума – Общества 5.0 [2, 3, 4, 5]. Заглядывая вперед, можно предположить, что скоро появится и Индустрия 5.0, которая, по мнению авторов, будет ориентирована не на цифровую трансформацию, а на коммуникацию людей и созданных цифровых технологий.

НЕОБХОДИМОСТЬ И ПРЕИМУЩЕСТВА ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Проблема эффективного использования цифровых технологий в горнодобывающем секторе является чрезвычайно актуальной. Нами были проанализированы трудно-

сти, с которыми сталкивается горнодобывающая отрасль, и потенциальные преимущества использования цифровых технологий для преодоления существующих вызовов (табл. 1).

Существующий опыт реализации проектов по автоматизации и цифровизации, программ цифровой трансформации и Индустрии 4.0 в горнодобывающей промышленности систематизирован и представлен в табл. 2.

Помимо кейсов, рассмотренных в табл. 2, заслуживают отдельного внимания разработки компании АО «ВИСТ Групп» по созданию Интеллектуального Карьера. Добывающие компании, которым при помощи модели Цифрового Карьера удастся вывести эффективность работы оборудования на уровень, близкий к уровню эффективности в секторе промышленного производства, займут лидирующие позиции на рынке. По мнению авторов, ключевыми технологиями в перспективе 5–10 лет на горнодобывающих предприятиях станут цифровые двойники. Так, в 2019 г. ИВТ СО РАН выполнена пилотная реализация программной части цифрового двойника очистного забоя угольной шахты [9, 10, 11].

АЛГОРИТМ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ОСНОВЕ ВОЛНОВОГО ПОДХОДА

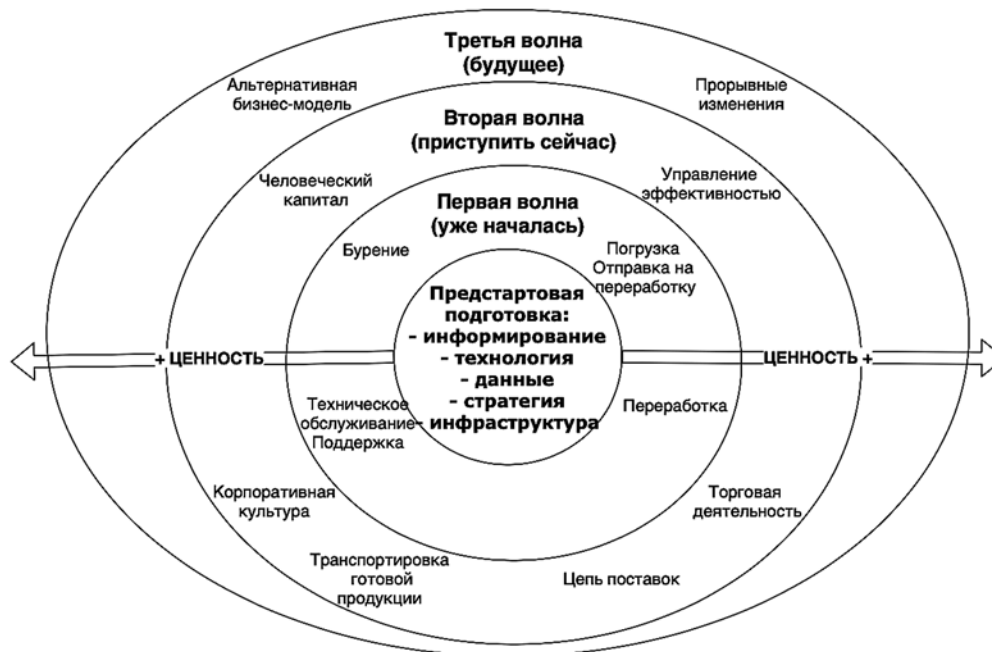
Для эффективной цифровой трансформации горнодобывающих предприятий возможно использовать так называемый «волновой» подход. Мы рекомендуем разработать комплексную программу цифровой трансформации (дорожную карту, подробный сценарий реализации стратегии цифровой трансформации), реализуемую по принципу перекрывающих друг друга «волн», каждая из которых превосходит предыдущую по сложности и полезному эффекту (см. рисунок). Это позволит объединить различные инициативы в области цифровизации в целостную стратегию.

Алгоритм реализации программы цифровой трансформации горнодобывающих предприятий включает в себя последовательное выполнение четырех этапов из шести шагов. Цифровая трансформация горнодобывающих предприятий возможна только при новом подходе к ролям в командах и появлению команд цифровой трансформации. По данным PwC, только в семи горнодобывающих компаниях из мирового ТОП-40 в составе высшего руководства есть директор по технологиям, директор по ИТ и директор по цифровым технологиям. Поэтому первоочередная задача в рамках начала осуществления цифровой трансформации горнодобывающей промышленности – назначение CDO с наделением его соответствующими функциями и полномочиями и формирование Центра компетенций. CDO – проводник единой политики цифрового развития обеспечивает управление реализацией проектов цифровой трансформации; согласовывает стратегические документы и бюджеты по информатизации и цифровой трансформации; осуществляет координацию структурных подразделений по цифровой трансформации и цифровому развитию; организывает управление данными; формирует Центр компетенций, выполняет иные задачи.

Трудности и потенциальные преимущества использования цифровых технологий в горнодобывающей отрасли

Трудности, с которыми сталкивается отрасль	Потенциальные преимущества использования цифровых технологий
Эффективная реализация проектов капитальных вложений	Осуществление проектов в сроки и в рамках выделенного бюджета Эффективные методы работы с подрядчиками
Недозагрузка производственных мощностей	Повышение точности моделирования и оптимизация портфеля активов Рационализация методов контроля и капитальных затрат
Покорение новых рубежей	Внедрение технологий дистанционного управления и автономности Снижение потребности в собственном персонале и подрядчиках
«Ресурсный национализм» и экологические требования	Повышение безопасности производства Снижение негативного воздействия на окружающую среду Максимальное вовлечение заинтересованных сторон – анализ социальных сетей и других средств коммуникации
Неопределенность спроса/цены	Интеграция продаж и производственного планирования для получения максимальных результатов
Управление затратами и контроль денежных потоков	Улучшение интеграции между рудником, ГОКом и сбытовыми операциями Повышение качества сбора и моделирования данных Сокращение непроизводительных операций на руднике, удаленный доступ к информации, рост производительности Снижение капитальных затрат и операционных расходов Более качественное управление денежным потоком и оборотным капиталом
Конкуренция в привлечении талантливых сотрудников	Более эффективное применение профессиональных знаний для решения задач Более качественные методы обучения и современная поддержка Изменение условий труда для привлечения нового поколения сотрудников Решение проблем, связанных со старением персонала и сохранением знаний
Преодоление жизненного цикла активов и оборудования с сохранением операционных затрат на низком уровне	Более длительный срок эксплуатации активов и оборудования, более высокая их рентабельность Повышение доступности оборудования Повышение безопасности при эксплуатации крупногабаритной техники
Повышение производительности	Интеграция всех процессов – от рудника до рынка сбыта Анализ растущего объема геологических и производственных данных и формирование рекомендаций, нацеленных на принятие практических решений Оптимизация имеющихся ресурсов в соответствии с рынком и пропускной способностью транспортировки

Источник: составлено авторами на основе материалов [6].



Волновой подход к реализации программы цифровой трансформации горнодобывающих предприятий

Источник: разработано авторами на основе материалов [12]

Опыт цифровой трансформации горнодобывающих предприятий

Компания	Этап	Опыт цифровой трансформации	Ожидаемые эффекты
Горно-металлургический холдинг «ЕВРАЗ»	Базовая автоматизация	Внедрение автоматизированной системы мониторинга горнотранспортной техники в карьерах КГОКа. Автоматизация процесса проудвки стали в конвертерах ЗСМК. Внедрение системы оптимизации технологического процесса выплавки чугуна на доменной печи № 7 НТМК	Подготовка массивов данных (Big Data). Совершенствование процессов, обеспечение готовности производства и поддерживающих функций к цифровой трансформации
	Цифровизация	Запуск мобильных решений для безопасной добычи угля в шахтах. Разработка системы математического моделирования производственных переделов на предприятиях в Сибири	Объективный контроль загазованности шахт, состояния выработок, работы горношахтного оборудования
	Цифровая трансформация	Применение искусственного интеллекта, развитие экспертных систем, центров диспетчеризации, сквозного качества и сценарного планирования, развитие технологий цифровой шахты	Создание качественно иной платформы (Digital Ready) и новых инструментов для принятия управленческих решений, повышение эффективности производства
Горно-металлургический холдинг «Металлоинвест»	Автоматизация и цифровизация	Реализуется комплексная программа цифровизации бизнеса «Industry 4.0», в рамках которой, помимо внедрения на базе ERP-системы SAP запущен ряд проектов, в частности «Обмен электронным документооборотом», «Быстрое закрытие отчетного периода», «Договорная работа», «Сервисы самообслуживания», «Обеспечение информационной безопасности» и т.д.	Пересмотр существующих бизнес-процессов и внедрение новых. Создание умного и интеллектуального предприятия, использование преимуществ цифровизации на управленческом и производственном уровнях
ПАО «Южный Кузбасс» (входит в группу «Мечел»)	Автоматизация, цифровизация	Формирование единого информационного ландшафта, обеспечивающего интеграцию систем промышленного уровня с бизнес-приложениями	Создание единого цикла планирования, исполнения, контроля, учета и анализа деятельности, сокращение времени реакции на изменения
		Применение автоматизированных систем на обогатительных фабриках	Точное дозирование реагентов, исключение перерасхода, получение продукции с необходимыми характеристиками качества. Снижение себестоимости готовой продукции, повышение конкурентоспособности
ПАО «Распадская» (входит в холдинг «ЕВРАЗ»)	Цифровизация	Применение системы беспилотных летательных аппаратов (дронов) для автоматизации маркшейдерской съемки	Сокращение времени простоя карьерной техники. Более оперативное принятие производственных и управленческих решений
АО «Сибирская угольная энергетическая компания» (СУЭК)	Цифровизация	Буровые станки с помощью датчиков и специально разработанных алгоритмов выполняют основные операции, которые в настоящее время контролируются в ручном режиме. Использование роботизированных самосвалов в карьерах	Повышение эффективности производства

Источник: составлено авторами на основе данных компаний и материалов [7, 8].

В настоящее время подготовка CDTO ведется рядом учебных заведений. В Московской школе управления «Сколково» открыта дипломная образовательная программа для директоров и команд по цифровой трансформации компаний CDTO. Программы цифровой трансформации уже реализуются на горнодобывающих предприятиях. Флагманом является холдинг «ЕВРАЗ», который с 2017 г. реализует полноценную программу цифровой трансформации по трем секторам: металлургический сегмент, добывающие активы, блок продаж и административные функции. В 2018-2019 гг. реализовано сквозное сценарное планирование всей производственной цепочки «ЕВРАЗ ЗСМК», что позволило получить значительный экономический эффект. Созданы математические модели (так называемые «цифровые двойники») каждого передела с точностью 99%. Ежегодный эффект от данного проекта состав-

ляет свыше 600 млн руб. [13]. В соответствии с волновой концепцией (см. рисунок) ЕВРАЗ реализует третью волну, характеризующуюся самыми сильными рисками.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании проведенного исследования можно сделать вывод, что цифровая трансформация горнодобывающей промышленности – сложный общественный вызов, который требует договоренностей между ключевыми стейкхолдерами. Реализация программы цифровой трансформации на основе предложенного алгоритма, который успешно внедряется в холдинге «ЕВРАЗ» на заключительном этапе, позволяет повысить эффективность, управляемость и конкурентоспособность горнодобывающей компании, делая ее более гибкой и устойчивой к рыночным изменениям, является ярким примером цифровой трансфор-

мации для других предприятий данной отрасли. Развитие процессов цифровой трансформации от внедрения цифровых технологий во внутренние бизнес-процессы компании к построению внешних цифровых каналов рыночной коммуникации позволит отечественным горнодобывающим компаниям вести свою деятельность в максимально открытом для инвесторов информационном режиме.

Список литературы

1. Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda / P.C. Verhoef, T. Broekhuizen, Y. Bart et al. // *Journal of Business Research*. 2021. Vol. 122. P. 889-901. DOI: 10.1016/j.jbusres.2019.09.022.
2. 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. 22-30.
3. Норицугу Уэ. Общество 5.0: взгляд Mitsubishi Electric // *Экономические стратегии*. 2017. № 4. С. 2-11.
4. Manganello K. Will Industry 5.0 really be revolutionary? URL: <https://www.thomasnet.com/insights/will-industry-5-0-really-be-revolutionary/> (дата обращения: 15.01.2021).
5. Industrie 4.0 roadmap: Framework for digital transformation based on the concepts of capability maturity and alignment / A. Issa, B. Hatiboglu, A. Bildstein et al. // *Procedia CIRP*. 2018. Vol. 72. P. 973-978. DOI: 10.1016/j.procir.2018.03.151.
6. Müller E., Hopf H. Competence Center for the Digital Transformation in Small and Medium-Sized Enterprises

// *Procedia Manufacturing*. 2017. Vol. 11. P. 1495–1500. DOI: 10.1016/j.promfg.2017.07.281.

7. Особенности и тенденции цифровой трансформации российской горнодобывающей отрасли / Д.В. Лютягин, В.П. Яшин, Ю.В. Забайкин и др. // *Экономика: вчера, сегодня, завтра*. 2019. Т. 9. № 7А. С. 147-159.
8. Степанов И. Цифровизация угля и металла // *Коммерсантъ*. 2019. № 174. С. 9.
9. Новоселов С.В., Мельник В.В., Агафонов В.В. Экспортно ориентированная стратегия развития угольных компаний России – основной фактор обеспечения их финансовой устойчивости // *Уголь*. 2017. № 11. С. 54-56. DOI: 10.18796/0041-5790-2017-11-54-56.
10. Новоселов С.В. Альтернативные подходы и дискуссионные вопросы при проектировании шахт нового поколения уровня 2035 года // *Уголь*. 2019. № 1. С.37-39. DOI: 10.18796/0041-5790-2019-1-37-39.
11. Shinkevich A.I., Kudryavtseva S.S., Ershova I.G. Modelling of energy efficiency factors of petrochemical industry // *International Journal of Energy Economics and Policy*. 2020. Vol. 10(3). P. 465-470.
12. Шклярук М. Цифровая экономика – командная работа. [Электронный ресурс]. URL: <https://drive.google.com/file/d/1drlbJMIY7ren-6XrU3tN5ZiEccfghP/view> (дата обращения: 15.01.2021).
13. Годовой отчет холдинга ЕВРАЗ за 2018 г. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.evraz.com/upload/iblock/9e6/9e61022f8141f31548b6cbd6de6f0ca0.pdf> (дата обращения: 15.01.2021).

Original Paper

UDC 338.45:622.3:517.11.001.57 © D.Yu. Savon, E.V. Shkarupeta, A.E. Safronov, A.Yu. Anisimov, N.O. Vichrova, 2021
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2021, № 2, pp. 32-37
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-2-32-37>

Title

Digital transformation of production processes and mining business models in the conditions of market instability

Authors

Savon D.Yu.¹, Shkarupeta E.V.², Safronov A.E.³, Anisimov A.Yu.⁴, Vichrova N.O.¹
¹ National University of Science and Technology "MISIS" (NUST "MISIS"), Moscow, 119049, Russian Federation
² Voronezh State Technical University, Voronezh, 394071, Russian Federation
³ Don State Technical University, Rostov-on-Don, 344010, Russian Federation
⁴ Institute of world civilizations NANO HE, Moscow, 119991, Russian Federation

Authors' Information

Savon D.Yu., Doctor of Economic Sciences, Professor of Industrial Management department, e-mail: di199@yandex.ru
Shkarupeta E.V., Doctor of Economic Sciences, Professor of Digital and Industrial Economics department, e-mail: 9056591561@mail.ru
Safronov A.E., Doctor of Economic Sciences, Professor of Management and business technology department, e-mail: reception@dstu.edu.ru
Anisimov A.Yu., PhD (Economic), Associate Professor of Finance and credit department, e-mail: anisimov_au@mail.ru
Vichrova N.O., PhD (Economic), Associate Professor of Economics department, e-mail: natalia.vichrova@yandex.ru

Abstract

The digital transformation of production processes and business models of mining enterprises, going hand in hand with the selection of appropriate digital technologies, will be able to provide long-term solutions to the alarming economic problems of our time. The article raises issues related

to the current and future state of the mining industry before, during and after the digital transformation. The digital transformation of mining enterprises by the authors of the article means not only the process of integrating digital technologies into all aspects of the mining industry (which, in essence, is digitalization), but also introducing fundamental changes in technologies, culture, operations and principles for creating new products and services in the industry. The study examined the need, benefits, content, goals and objectives, principles, main directions, tools and stages of the digital transformation of mining enterprises. The systemic problems of digital transformation of the industry are identified, on the basis of which the authors proposed an algorithm for digital transformation of mining enterprises with step-by-step implementation, which has already begun to be applied in the EVRAZ holding. In the process of digital transformation, a special role is assigned to the head of digital transformation (CDTO). The presented developments will make it possible to comprehensively transform the domestic mining industry on the basis of a change in strategy and the application of new operating business models at the global level

in the conditions of market instability, volatile demand, problems of finding new deposits in new regions, the need for longer-term exploitation of assets, focus on high standards in work, as well as changes in the rules of conducting mining business around the world.

Keywords

Digital transformation, Digitalization, Mining, Mining enterprises, Mining industry, Chief digital transformation officer, CDTO.

References

1. Verhoef P.C., Broekhuizen T., Bart Y. et al. Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda. *Journal of Business Research*, 2021, Vol. 122. pp. 889-901. DOI: 10.1016/j.jbusres.2019.09.022.
2. Plakitkin Yu.A. & Plakitkina L.S. Digitalization of Russian Coal Industry Economy: from Industry 4.0 to Society 5.0. *Gornaâ promyshlennost'*, 2018, (4), pp. 22-30. (In Russ.).
3. Noritsugu U. Society 5.0: the View of Mitsubishi Electric. *Ekonomicheskie strategii*, 2017, (4), pp. 2-11. (In Russ.).
4. Manganello K. Will Industry 5.0 really be revolutionary? Available at: <https://www.thomasnet.com/insights/will-industry-5-0-really-be-revolutionary/> (accessed 15.01.2021).
5. Issa A., Hatiboglu B., Bildstein A. et al. Industrie 4.0 roadmap: Framework for digital transformation based on the concepts of capability maturity and alignment. *Procedia CIRP*, 2018, Vol. 72, pp. 973-978. DOI: 10.1016/j.procir.2018.03.151.
6. Müller E. & Hopf H. Competence Center for the Digital Transformation in Small and Medium-Sized Enterprises. *Procedia Manufacturing*, 2017, Vol. 11, pp. 1495–1500. DOI: 10.1016/j.promfg.2017.07.281.
7. Lyutyagin D.V., Yashin V.P., Zabaykin Yu.V. et al. Specific features and trends in digital transformation of the Russian mining industry. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra*, 2019, Vol. 9, No. 7A, pp. 147-159. (In Russ.).
8. Stepanov I. Digitalization of coal and metal. *Kommersant*, 2019, (174), pp. 9. (In Russ.).
9. Novoselov S.V., Melnik V.V. & Agafonov V.V. Export-oriented development strategy of the coal companies of Russia – the main factor ensuring their financial stability. *Ugol'*, 2017, (11), pp. 54-56. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2017-11-54-56.
10. Novoselov S.V. Alternative approaches and controversial issues in the design of new mines generation level 2035. *Ugol'*, 2019, (1), pp. 37-39. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2019-1-37-39.
11. Shinkevich A.I., Kudryavtseva S.S. & Ershova I.G. Modelling of energy efficiency factors of petrochemical industry. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 2020, Vol. 10(3), pp. 465-470.
12. Shklyaruk M. Digital economy: a team effort. [Electronic resource]. Available at: <https://drive.google.com/file/d/1drlbJMIY7ren-6XrU3tN5ZiEccfighP/view> (accessed 15.01.2021). (In Russ.).
13. EVRAZ Annual Report & Accounts, 2018 [Electronic resource]. Available at: <https://www.evraz.com/upload/iblock/9e6/9e61022f8141f31548b6cbd6de6f0ca0.pdf> (accessed 15.01.2021).

For citation

Savon D.Yu., Shkarupeta E.V., Safronov A.E., Anisimov A.Yu. & Vichrova N.O. Digital transformation of production processes and mining business models in the conditions of market instability. *Ugol'*, 2021, (2), pp. 32-37. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2021-2-32-37.

Paper info

Received October 23, 2020

Reviewed November 19, 2020

Accepted January 12, 2021