

МРНТИ 06.54.31
УДК 330.47
JEL O33

<https://doi.org/10.46914/1562-2959-2024-1-3-35-52>

АУБАКИРОВА Г.М.,¹

д.э.н., профессор.

e-mail: rendykar@gmail.com

ORCID ID: 0000-0003-0337-1539

ИСАТАЕВА Ф.М.,*¹

PhD, ассоциированный профессор.

*e-mail: isataeva.farida@gmail.com

ORCID ID: 0000-0001-6208-3292

БИРЮКОВ В.В.,¹

д.э.н., доцент.

e-mail: _valera@mail.ru

ORCID ID: 0000-0003-2712-8840

КЕРНЕБАЕВ А.С.,¹

PhD, ст. преподаватель.

e-mail: Aidyn.kernebaev@gmail.com

ORCID ID: 0000-0000-1882-58564

¹Карагандинский технический университет им. А. Сагинова, г. Караганда, Казахстан

СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ПРИОРИТЕТЫ ЦИФРОВИЗАЦИИ ГОРНОРУДНОГО СЕКТОРА КАЗАХСТАНА

Аннотация

Глобальная неопределенность трансформировала экономику Казахстана, стремящегося стать центром инновационного развития Центральной Азии. По мнению авторов, одной из причин сырьевой направленности экономики страны наряду с преобладанием энергоемких видов производств является технологическая отсталость горнорудного сектора. В статье показано, что стратегическая задача горнорудного комплекса Казахстана по интеграции в мировую экономику предполагает ориентацию на инновационное развитие. PEST-анализ важнейших микро- и макроэкономических факторов позволил оценить текущее положение предприятий. Выявлено, что одна из весомых причин инновационного отставания горнорудного сектора Казахстана состоит в отсутствии у предприятий стратегического видения цифровой трансформации и механизмов управления изменениями. Авторы заключают, что непрерывное усложнение горно-геологических условий и растущие запросы заинтересованных сторон требуют от предприятий выстраивания внутрипроизводственных процессов, продвижения НИОКР, совершенствования организации аналитической работы на базе инженерно-экономического подхода к выбору инструментов цифровой основы производства, активного взаимодействия с внешними партнерами и стартапами. Обосновано, что для дальнейшего прогресса необходим интегрированный подход к созданию внутрипроизводственных цифровых компетенций, предприятиям следует сфокусироваться на организационно-технологической трансформации, включающей изменение организационной структуры и преобразование бизнес-модели. Результаты исследования представляют интерес для промышленных предприятий при разработке ими упреждающих инновационных стратегий, ориентированных на реорганизацию операционной деятельности и рост инвестиций для продвижения бизнеса.

Ключевые слова: цифровизация, инновация, международные стандарты, стратегия, государственное регулирование, горнорудный сектор, предприятие.

Введение

Горнорудному сектору Казахстана, в наибольшей степени интегрированному в глобальные процессы, отличающемуся слабостью институциональной базы, низкой капиталоемкостью и прозрачностью, отводится определяющая роль в достижении Казахстаном 5–6% ежегодного роста ВВП до 2030 г. [1].

Не только благодаря соблюдению стандартов стран ОЭСР и выгодному геостратегическому положению, но также за счет доступности ресурсной базы Казахстан инвестиционно привлекательнее других стран Центральной Азии. Только в 2023 г. выдано 273 лицензии на разведку через цифровую платформу, причем за право на разведку в аукционе конкурировали не только гиганты Rio Tinto и Fortescue, но и юниорные компании Golden Mouse Mining Lakeside Minerals Limited, поддерживаемые крупными международными корпорациями. Иностранные компании Riotinto, Fortescue, Arras Minerals, East Star Resources, Pallas Resources и Sarytogan Graphite планируют вложить в разведку на участках в 25 тыс. кв. км не менее 41 млрд тенге, с социальными обязательствами 7,8 млрд тенге [2].

Невосполнение высококачественных запасов, устаревшие производственные мощности и усложнение горно-геологических условий требуют опережающего развития новых переделов в горнорудном секторе, который становится драйвером для трансфера в страну новых технологий. Отсутствие достаточной переработки в отрасли, истощение локальных запасов сырья являются сдерживающими факторами для интеграции инноваций в производственный процесс. Несмотря на приоритетность внутреннего рынка и необходимость продвижения локальных цепочек добавленной стоимости, горнорудным предприятиям как крупнейшим экспортерам и заемщикам капитала на мировых рынках необходимо наращивать интеллектуальные активы.

Горнорудные предприятия Казахстана, значительно отстающие от международных партнеров по уровню цифровой зрелости и технологической оснащенности, находятся на разных этапах цифровой трансформации (автоматизация – цифровизация – цифровая трансформация). Они совмещают вложения в традиционные сферы (разведка, добыча и переработка полезных ископаемых) с необходимостью инвестирования в новые бизнес-модели на разных этапах производственно-сбытовой цепочки создания стоимости. Акцент делается на моделировании бизнес-процессов с учетом декарбонизации и достижения целей ESG (Environmental, Social, and Corporate Governance).

Авторы предполагают, что инновации в горнорудном секторе Казахстана не рассматривались как основной инструмент долгосрочного преимущества главным образом из-за большой доли государственного сектора и низкого уровня отраслевой конкуренции. В наибольшей мере проблема обострилась, когда предприятия столкнулись с неустойчивым спросом на природные ископаемые, необходимостью реагирования на рыночную конъюнктуру с одновременным снижением затрат и учетом специфики сформировавшихся приоритетов в цепочке создания ценности.

В сложившейся ситуации потребуется повысить гибкость и ответственность управления предприятием в контексте обеспечения прозрачности для соответствия международным стандартам прозрачности добывающих отраслей Казахстана EITI (Extractive Industries Transparency Initiative) и стандарта GRI (Global Reporting Initiative) [3]. В решении актуальных проблем продвижения наукоемких горнодобывающих услуг и организации новых производств высокого передела надежды возлагаются на внедрение проектов, соответствующих наилучшим доступным техникам (НДТ), путем применения механизма реализации НИОКР за счет взаимодействия недропользователей со стартапами, а также отчислений 1% от совокупного годового дохода или затрат на добычу [4].

Согласно проведенному авторами исследованию, несмотря на масштабные цифровые преобразования, охватившие как бизнес- и социальную среду, так и в промышленную сферу, различные подходы к определению цифровой трансформации горнорудных предприятий остаются предметом научных дискуссий. Многие вопросы, затрагивающие практические и методические стороны цифровых аспектов деятельности предприятий и требующие обсуждения, представлены в научной литературе фрагментарно.

По мнению авторов, несмотря на специфику инновационного развития каждой страны, есть общие методические приемы, которые Казахстан может позаимствовать для разработки собственного подхода к цифровизации горнорудного сектора.

В рамках научной дискуссии во многих работах приводится обстоятельная оценка препятствий на пути внедрения цифровых технологий, с которыми сталкиваются как развитые, так и развивающиеся страны [6–8].

Для консервативной и слабооцифрованной горнорудной промышленности Казахстана интерес представляют исследования проблем предприятий, обусловленных отсутствием стратегического видения цифровой трансформации и механизмов управления изменениями с охватом всех организационных аспектов и уровней их деятельности [9, 10], недоработками в выборе приоритетов вложений инвестиций в новейшие технологии [11]. С целью наращивания результативности от внедрения предприятиями новых технологий на фоне низкой восприимчивости горнодобывающей отрасли к инновациям авторы показывают, как облачные сервисы, удаленная диагностика горной техники и анализ первичных данных закладывают основы новых бизнес-моделей [12].

Для Казахстана возрастает актуальность цифрового позиционирования предприятия как важнейшего конкурентного преимущества с точки зрения формирования его стоимости, развития экосистемы, раскрытия корпоративной информации потенциальным инвесторам [13].

Особое внимание вызывают исследования, раскрывающие роль цифровых технологий в снижении барьеров для доступов на внешние рынки, повышении достоверности экологических показателей [14].

Во многих исследованиях изучается научная обоснованность управленческих решений, принимаемых с использованием цифровых двойников и цифровых аналогов [15]. Обосновывается возрастающая значимость цифрового двойника в разработке среднесрочных прогнозов с учетом усложняющихся горнодобывающих операций [16]. Такие исследования всегда вызывают особый научно-практический интерес, поскольку еще не разработаны однозначные критерии технологической трансформации предприятия на базе цифрового двойника.

Различные аспекты инновационной деятельности предприятий рассматриваются отечественными учеными [17].

Открытость очерченных вопросов, возрастающий интерес к различным инновационным аспектам отрасли, недостаток отечественных научно-практических исследований на указанную тему определили цель работы – оценить текущее состояние цифровизации горнорудного сектора Казахстана, обозначить насущные проблемы и перспективы развития.

Материалы и методы

В основу исследования положены общие законы формализации, логики и сравнения. Научно-методический аппарат включает ретроспективный, текущий и перспективный анализ, сопоставление статистических данных открытого доступа о горнорудном секторе Казахстана. Методология исследования основана на структурированном подходе к обзору литературных источников для обозначения востребованности изучаемой проблемы. Достоверность данных о сложившихся трендах цифровой трансформации в горнорудном секторе подтверждается национальными отчетами. Используемые в статье PESTEL-анализ и экспертные оценки базируются на данных Международной консалтинговой компании Ernst & Young Global Limited; Всемирного банка по диагностике горнорудного сектора Казахстана; заключения технологического аудита, проведенного экспертами немецкого Общества прикладных и научных исследований имени Фраунгофера, приглашенными Казахстаном в 2017 г. для оценки готовности промышленности к Индустрии 4.0.

Эмпирическая база исследования представлена данными Казахстанского центра индустрии и экспорта Qazindustry, аналитического портала о бизнесе и финансах finprom.kz.

Ограничения исследования: обрывочный и разрозненный характер отчетности, предусмотренной ЕІПІ; отсутствие отраслевой базы корректных статистических данных о затратах на инновации за постсоветский период, что обусловлено историей развития отечественной промышленности и статистики инноваций; конфиденциальный характер информации и неизбежные методологические несоответствия. Частично авторы компенсировали обозначенные ограничения полнотой информационного поиска, глубиной литературных источников, ссылками в соответствии с критериями качества и релевантности. Несмотря на упомянутые ограничения, представляется, что данная работа углубляет оценку различных сторон цифровизации предприятий.

Результаты и их обсуждение

Актуальные вызовы, продиктованные обострением геополитической ситуации и конкурентной борьбой на сырьевых рынках, заставляют предприятия сконцентрироваться на работе, предполагающей обновление технической базы, размещение капитала и денежных ресурсов для покрытия потребностей, обусловленных переходом на нулевые выбросы. Фокус перемещается на поиск возможностей цифровой трансформации, определяемой в первую очередь производительностью и эксплуатационным превосходством. Основным приоритетом становится интеграция цифровых технологий в проекты по добыче полезных ископаемых.

В этом направлении предстоит решить немало проблем, особенно в части научно-исследовательского партнерства с образовательными учреждениями и промышленными субъектами, регулировании расходов на программное обеспечение (ПО). Именно по этим позициям в рейтинге по инновациям WIPO (World Intellectual Property Organization) 2023 г. отмечены самые низкие показатели у Казахстана. В общем рейтинге среди 132 стран Казахстану отведено 81-е место и 83-е место в субиндексе научных и технических результатов. Среди 33 государств с уровнем доходов выше среднего у Казахстана 25-я позиция [5].

Чтобы подняться на новый технологический уровень и встроиться в глобальные цепочки добавленной стоимости, предприятиям необходима комплексная трансформация. Важную роль играют внутренние факторы их инновационной продуктивности, зависящие от накопленного научно-технологического потенциала, особенно возможностей внутрипроизводственных НИОКР. От предприятий требуется непрерывное совершенствование аппаратного обеспечения бизнес-процессов, компетентность персонала, развитость цифровой инфраструктуры. Наличие собственной стратегии работы с инновациями и системы управления ими отразится на их взаимодействии с государством, сотрудничестве с поставщиками и другими стейкхолдерами, повысит обоснованность выбора инновационных технологий.

Отставание Казахстана от стран – лидеров в развитии технологий, формирующих новую промышленную революцию, остается критическим. Казахстан относится к группе стран со средним уровнем развития цифровой инфраструктуры, низким уровнем технологической сложности и автоматизации предприятий.

Согласно заключению технологического аудита о готовности промышленности Казахстана к Индустрии 4.0, который был дан экспертами немецкого Общества прикладных и научных исследований имени Фраунгофера в 2017 г., свыше 80% предприятий обрабатывающей и 60% предприятий добывающей промышленности на момент исследования только преодолевали переходный этап к автоматизированному производству [18].

До проведения технологического аудита достоверные статистические данные об использовании цифровых технологий в промышленности в полном объеме отсутствовали, что создавало сложности для оценки масштабов цифровизации.

На системном уровне технологическая модернизация горнорудных предприятий должна отражаться в росте инвестиций в основной капитал, с учетом последовательности прохождения определенных этапов внедрения цифровых технологий для достижения полноценной «цифровой зрелости», уменьшения капиталоемкости производства.

Исследованиями установлено, что важнейшей проблемой предприятий остаются истощенность изученной ресурсной базы и невосполнение минерально-сырьевой базы на фоне недостатка технологических инноваций, сложностей с адаптацией заимствованных технологий к местным условиям и в целом критической зависимостью от зарубежных цифровых решений.

Предприятия покрывают потребности в основных средствах практически самостоятельно, инновационная активность не высокая: инновации носят ситуативный характер, в работе с ними задействован ограниченный набор инструментов (таблица 1).

Поскольку горнорудный сектор отличается высокой концентрацией крупных предприятий с государственным участием, то их технологическая трансформация во многом формирует определяющую силу новой технологической революции [20].

Таблица 1 – Показатели, характеризующие инновационную деятельность

Отрасль	Годы						
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Удельный вес горнодобывающей промышленности в отраслевой структуре промышленности, %	51,0	55,0	54,0	44,0	40,0	51,0	48,7
Степень износа основных средств горнодобывающей промышленности, %	61,2	62,3	63,9	66,4	65,0	63,8	59,1
Инвестиции в основной капитал, млн тенге							
Горнодобывающая промышленность и разработка карьеров, всего	3054127	4 493990	5550 068	3953 710	3 708 909	4 458 972	4752850
в том числе:							
добыча угля	60453	76 069	102249	89808	86 044	136 299	156791
- добыча сырой нефти и природного газа	2537045	3 852 731	4717 137	3 176 116	2 748 842	3 396960	3522989
добыча металлических руд	310427	465 338	622 918	602 999	649 091	715 255	878714
прочие отрасли	16034	18 308	26 432	35 898	99 496	89 210	112918
технические услуги	69362	81 544	81 332	48 889	125436	121248	81436
Доля инновационно-активных предприятий, %							
Горнодобывающая промышленность	9,6	14,9	15,4	15,7	14,3	15,0	14,5
Обрабатывающая промышленность	13,6	15,8	14,4	15,4	12,9	14,8	14,7
Информация и связь	16,0	12,9	19,6	17,7	15,0	12,7	11,3
Примечание: Составлено авторами на основе источника [19].							

За постсоветский период эти предприятия смогли создать диверсифицированный портфель активов, ориентируясь на добычу и переработку стратегических металлов, освоение экологически безопасной технологии извлечения металла из руды с максимальной результативностью, усиления воздействия на критически важные минеральные ресурсы. Благодаря интеграции в мировую экономику, привлечению внешнего интеллектуального капитала, генерации идей с участниками экосистемы предприятиями реализованы индивидуальные инновационные решения, спроектированы цифровые модели с ориентацией на принципы ESG.

В 2018–2020 гг. наблюдается активизация в сфере цифровых решений. Однако сводилась она в основном к техническому перевооружению производственной базы, что характерно для первоначального этапа цифровой трансформации. Самыми востребованными инструментами стали системы диспетчеризации горнотранспортного оборудования и предотвращения столкновений. Такой подход облегчал создание внутренних технологических платформ и собственной информационно-аналитической системы управления данными.

В таблице 2 показаны результаты впервые проведенного в Казахстане в июне-июле 2020 г. выборочного обследования 13 предприятий горнодобывающей промышленности, девяти металлургических на предмет внедрения цифровых проектов, выявления возникающих при этом проблем, оценки степени готовности промышленности к практическому освоению элементов Индустрии 4.0. Уровень цифровизации выше среднего выявлен у двух предприятий горнодобывающей промышленности и одного металлургического предприятия.

Таблица 2 – Показатели цифровой трансформации предприятий

Автоматизированные бизнес-процессы				
Электронный документооборот	Управление финансовыми ресурсами (бюджетирование, платежный календарь)	Управление техническим обслуживанием оборудования	Управление персоналом	Производственный учет
Горнодобывающая промышленность				
6	4	3	9	2
Металлургия				
4	-	-	1	1
Внедренные информационные системы				
АСУ ТП (автоматическая система управления технологическими процессами)	АСКУЭ (автоматизированная система коммерческого учета энергоресурсов)	ERP (система управления ресурсами предприятия)	MES (система управления производственными процессами)	ТОиР (техническое обслуживание и ремонт)
Горнодобывающая промышленность				
7	5	5	-	3
Металлургия				
7	8	6	2	2
Примечание: Составлено авторами на основе источника [18].				

Скорость встраивания новых технологий в существующие процессы, особенно учитывая ограниченное освоение цифровых технологий и возрастающую потребность в них с началом добычных работ, зависела от наличия на предприятии инфраструктуры. Упор был сделан на конкретные IT-технологии, предназначенные для решения задач по заданному типу месторождения полезных ископаемых, способам его отработки.

Для оценки масштаба цифровой трансформации предприятия анализировали совокупность внедряемых взаимосвязанных решений, начиная с первичной автоматизации локальных процессов для сбора показателей работы оборудования в режиме реального времени и завершая последующей передачей в IT-системы базовой автоматизации. Сопровождалось это охватом разрозненных операций, корпоративных процессов посредством платформ корпоративных ресурсов (ERP), подключением системы управления производством (MES горно-геологические системы), внедрением системы электронного документооборота (СЭД).

Для цифровизации производственных процессов принималось несколько решений. В-первых, трансформация ERP – системы и комплексное управление инновациями, включая коммерциализацию и внедрение в производство. Это позволяло оптимизировать управленческие решения по всей производственной цепочке, включая интеграцию HR и ESG-процессов, ускорить переход в последующем к роботизации и безлюдной добыче. Одновременно совершенствовалась бизнес-модель путем расширения клиентской базы и договоренностей с ключевыми стейкхолдерами.

Далее внедрение системы MES в части производственного учета и ее интеграция с большим количеством систем разного уровня. Одновременно внедрялись взаимосвязанные цифровые технологии, например, PLM, MES и ERP-системы в производство с большим количеством переделов.

После освоения информационных технологий предприятия делают акцент на управление технологической готовностью оборудования. Это достигается формализацией и оптимизацией производственных процессов, проектированием целевых бизнес-процессов по всем функциональным направлениям с последующим наложением на них автоматизированных процессов SAP ERP. Внедрение таких IT-систем, как BW/BI, позволило не только преобразовать собранный материал в аналитическую отчетность, но и использовать «продвинутую аналитику» с помощью современных инструментов (process mining, data science), извлекая ценность из сформированной базы данных.

Таким образом, если первый этап цифровизации связан с развитием функциональных направлений, то в последующем предприятия планировали сквозное внедрение цифровых решений вдоль всей технологической цепочки, разрабатывали новые технологии, позволяющие масштабировать цифровые идеи и создавать гибкую agile-культуру.

Внедрение новых технологий принесло предприятиям экономический эффект, что отразилось главным образом на детализации затрат (таблица 3).

Таблица 3 – Результативность освоения новых технологий, %

Показатель	Изменение
Уменьшение стоимости конечного продукта	10-40
Оптимизация энергопотребления	25-65
Сокращение брака	8-20
Сокращение запасов и складских потерь	7-15
Сокращение стоимости обслуживания и поддержки	20-65
Сокращение времени диагностики	25-50
Улучшение точности спецификации	30-70
Повышение маневренности цепочек поставок	20-60
Снижение пространства	15-40
Использование производственных мощностей	15-50
Ускорение времени выхода на рынок	10-75
Увеличение продаж	15-50
Повышение доходности	25-50
Увеличение дохода от активов	20-50
Совершенствование планирования	10-70
Точность ценообразования	30-65

Примечание: Составлено авторами на основе источников [18, 21, 22].

Ожидаемый эффект от внедрения цифровых решений отразился на формировании новой ценности для клиентов, расширении возможностей выхода на внешние рынки, и уже в 2021 г. горнорудный сектор становится лидером по внедрению цифровых технологий, опередив машиностроение (рисунок 1).



Рисунок 1 – Цифровые технологии горнорудного сектора в 2021 г.

Примечание: Составлено авторами на основе источника [22].

В 2022 г. в горнорудном секторе завершено 33 цифровых проекта, до 2025 г. запланировано реализовать 50 проектов на 13 предприятиях [22].

Наряду с разработкой качественно новых платформ и поиском решений с открытыми интерфейсами для развития IT-систем формируются инструменты для принятия управленческих решений по направлениям:

- ♦ базовая автоматизация, позволяющая совершенствовать процессы и готовить массивы данных, что обеспечивает готовность производства и поддерживающих функций к цифровой трансформации (Digital Ready);

- ♦ цифровая трансформация: переход от внедрения цифровых технологий во внутрипроизводственные бизнес-процессы к созданию цифровых коммуникационных каналов для продвижения во внешней среде; развитие сценарного планирования и технологий цифровой шахты.

Поскольку IT-сфера становится критически уязвимой для информационной безопасности, при разработке системного ПО предприятия стремятся к переходу на отечественные программные продукты (таблица 4).

Таблица 4 – Освоение цифровых технологий предприятиями в 2019–2022 гг., %

Цифровые платформы	Большие данные	Технологии ИИ	Облачные сервисы	IoT	Цифровой двойник	Промышленные роботы	Аддитивные технологии
12,7	20,2	2,3	17,9	12,9	1,9	4,6	1,7

Примечание: Составлено авторами на основе источников [18, 21, 22].

Нами выявлены наиболее существенные факторы, влияющие на инновационную деятельность предприятий (таблицы 5 и 6).

Таблица 5 – PESTEL-анализ горнорудных предприятий

<p>Р (политические)</p> <ul style="list-style-type: none"> – международное позиционирование, степень глобализации и открытости Казахстана в условиях геополитической неопределенности; - диверсификация поставок энергоресурсов на мировые рынки, поиск альтернативных маршрутов и новых рынков сбыта; – стимулирование частных инвестиций и развитие государственно-частного партнерства для привлечения мировых геолого-разведочных и горнорудных компаний к сотрудничеству на основе государственного геологического изучения недр; – создание Национальной геологической службы для рассекречивания и предоставления инвесторам открытого доступа к геологическим данным. 	<p>Е (экономические)</p> <ul style="list-style-type: none"> - стратегия государства по наращиванию инвестиций в геолого-разведочные работы; - обязательства Казахстана по борьбе с изменением климата; - сложности с созданием условий для новых инвестиций в разведку и добычу, в том числе со стороны иностранных юниорных геолого-разведочных компаний; - зависимость от иностранных поставщиков оборудования; - неустойчивость цен на критически важное минеральное сырье, налоговая политика (тарифы и льготы); - завершение перехода к международной системе сертификации запасов полезных ископаемых CRIRSCO, внедрение стандартов KAZRC (The Kazakhstan Code for the Public Reporting of Exploration Results, Mineral Resources and Mineral Reserves); - низкая операционная эффективность; - высокая концентрация в отрасли крупных предприятий, связанных с государством; - дефицит квалифицированных кадров.
<p>S (социальные)</p> <ul style="list-style-type: none"> – разработка типовых соглашений о социальной поддержке лиц, затронутых мероприятиями недропользования; – подготовка правил переселения лиц, затронутых горнорудным предприятием; – компенсация и возмещение ущерба, причиненного частным землям работами по разведке. 	<p>Т (технологические)</p> <ul style="list-style-type: none"> - технологические изменения отрасли с учетом доступности и трансфера технологий, межотраслевой кооперации, коллаборации с научно-образовательными учреждениями; - высокая импортозависимость в IT-сфере, преобладание на рынке зарубежных IT-разработок стандартных программных решений (Швеция, Австралия, РФ, Канада, Китай), отличающихся дороговизной, требующих адаптации и кастомизации под конкретные процессы предприятия.

Продолжение таблицы 5

<p>Е (Экологические)</p> <ul style="list-style-type: none"> - сложность процедуры получения экологических разрешений на разведку; - переход на экологичные альтернативные источники энергии; - экологическая ситуация в регионах присутствия горнорудного предприятия; - реализация декарбонизационной стратегии; - освоение стандартов ESG, обеспечивающих долгосрочную ценность и доступ к финансированию; - переход на принципы НДТ. 	<p>L (Правовые)</p> <ul style="list-style-type: none"> - стратегии социально-экономического развития моногородов на 2023–2027 гг.; - законодательное регулирование НИОКР в контексте практической направленности НДТ; - нормативно-правовое регулирование раскрытия информации в горнорудном секторе с целью создания равных условий для всех предприятий и наращивания объема частных инвестиций; - институционально-правовое реформирование становления Казахстана как оптимальной юрисдикции для международных инвесторов; - совершенствование нормативно-правовой базы, нацеленной на рост инвестиционной привлекательности внедрения новейших технологий геологического изыскания.
---	--

Таблица 6 – Оценка влияния технологических факторов PESTEL-анализа на горнорудный сектор

Фактор	Воздействие на предприятия
<p>Технологические изменения отрасли с учетом доступности и трансфера технологий, межотраслевой кооперации, коллаборации с научно-образовательными учреждениями.</p>	<p>Высокий физический и моральный износ оборудования, недостаток инвестиций и технологического сопровождения, сдерживающие действия предприятий к интеграции внешних цифровых решений.</p>
	<p>Недостаток государственной поддержки отраслевых IT-решений в части льготного кредитования и венчурного инвестирования.</p>
<p>Высокая импортозависимость в IT-сфере, преобладание на рынке зарубежных IT-разработок стандартных программных решений (Швеция, Австралия, РФ, Канада, Китай), отличающихся дороговизной, требующих адаптации и кастомизации под конкретные процессы предприятия.</p>	<p>Отсутствие единых стандартов работы с геолого-экономической информацией и информационно-аналитической платформы.</p>
	<p>Отсутствие автоматического перевода на государственный язык обучающих видео с различных развивающихся платформ.</p>
	<p>Отсутствие у предприятий конкурентного механизма доступа к выбору приложений и поисковых сервисов.</p>
<p>Примечание: При группировке факторов использован источник [23] и дополнено авторами.</p>	

Продвижению внутренних инноваций, формированию адаптивных и устойчивых цепочек создания стоимости препятствует недостаток на предприятиях инфраструктуры (в том числе IT). Это негативно отражается на выстраивании кросс-функциональных коммуникаций между структурными подразделениями для непрерывной работы по всей интегрированной цепочке.

Для внедрения внешних инноваций отсутствуют или некачественно выстроены внутрипроизводственные процессы тестирования различных гипотез, поиска технологических решений, мониторинга новых продуктов и технологий. Из-за этого предпочтение отдают кратковременным, разным по целям и содержанию проектам, не интегрированным в долгосрочную стратегию предприятия. Кроме того, ухудшается результативность автоматизации процессов инновационной деятельности в случае использования инструментов BPM (business process management) – платформ, позволяющих адаптировать информационную среду под меняющиеся внутрипроизводственные процессы.

Одна из основных проблем связана с отсутствием отечественного цифрового оборудования. Рынок представлен разработками, не охватывающими всю совокупность задач, от геолого-экономического моделирования до оперативно-производственного планирования и управления

поставками. Наделенные обозначенной функциональностью австралийские и североамериканские программные продукты не применяются предприятиями из-за высокой цены, отсутствия русскоязычного интерфейса и примеров положительной адаптации в постсоветских странах. Это отражается на цифровизации процедур и предоставления открытого доступа к геологической информации.

Отечественные производители программных продуктов нуждаются в поддержке со стороны местных предприятий, государственном содействии в части льготного кредитования и венчурного инвестирования. Особенно важно государственное содействие коммерциализации результатов НИОКР с помощью инструментов финансирования и привлечения инвестиций.

Пристального внимания заслуживает отсутствие цифровизации как в бизнес-процессах между потенциальными инвесторами, недропользователями и уполномоченными органами, так и в процедурах сферы геологии и недропользования. Полностью оцифровать первичную и вторичную геологическую информацию планируется только к 2027 г. Для ускоренного получения предприятиями отчетов с историческими геолого-разведочными данными, оставшимися с советских времен нерассекреченными, банки готовы предоставить механизм эквайринга. Повысят качество геологических исследований впервые разработанные Комитетом геологии и Казахским национальным университетом имени Сатпаева петрографический и стратиграфический кодексы Казахстана.

Трудности с цифровизацией обостряют споры по своевременному и конкурентному рассмотрению заявок на выдачу лицензий, что имеет особую значимость в контексте перехода на международную систему стандартов CRIRSCO и освоения свода стандартов GRI.

Анализ показывает, что несмотря на сложности, предприятия активизируют освоение цифровых решений. Это позволяет им повышать инвестиционную привлекательность, увеличивать долю местного производства, взаимодействовать со стартапами, акселерационными площадками и научно-образовательными учреждениями.

Так, внедрение золотодобывающей компанией АО «АК Алтыналмас» системы оперативного управления работами и промышленной безопасностью позволило повысить уровень автоматизации процессов выдачи и закрытия нарядов-заданий. Высвободившиеся от ручного заполнения бумажных носителей 50 минут были перенаправлены на операционный контроль инженерно-технических работников на ключевых производственных участках. На обогатительной фабрике «Пустынное» внедрено приложение оптимизации цикла измельчения с помощью искусственного интеллекта компании «IntelliSense». Экономический годовой эффект составил 1,3 млн долл.

За счет внедрения АО «Алюминий Казахстан» программного обеспечения «Цифровой двойник» сформированы порядка 350 учитываемых параметров, достигнута 97% точность сценарных прогнозов [20]. Один из кейсов медедобывающей компании «KAZ Minerals» направлен на обеспечение системами GPS-мониторинга транспортных средств, задействованных в перемещении работников. Установка GPS-трекеров с подключением зажигания на каждый автотранспорт, создание специального интерфейса GTS4B для управления геозонами и координации передвижения техники на обозначенных участках повысили качество контроля фактического времени работы техники за счет операционных изменений, сокращены организационные простои, связанные с человеческим фактором.

В ТОО «Корпорация «Казахмыс» за 2020–2023 гг. реализованы 242 проекта НИОКР на 25,4 млрд тенге, в том числе по цифровизации производственных процессов, охране труда и экологии. Только оцифровка рудников корпорации с помощью информационной системы управления производственными процессами промышленных предприятий DMMS (Digital Monitoring & Management System) привела к 3–5% росту объема добычи руды, повысила согласованность бизнес-процессов за счет скорости и точности обработки информации. Система разработана в рамках сотрудничества корпорации с компанией AG TESH – квалифицированным поставщиком инновационного программного и технического обеспечения в области IT [24].

Достоинство принятых решений и экономический эффект от них состоит в том, что помимо систематизации, унификации и оценки собранных операционных данных создается возможность управления ими на многочисленных платформах. Эффективность цифровых технологий выражается в повышении точности и последовательности решения как текущих, так и перспективных задач, ориентированных на сквозное производство.

В контексте перехода к низкоуглеродной экономике новые возможности для горнорудного сектора Казахстана открывает возрастающий интерес со стороны промышленно развитых стран к редкоземельным металлам. В частности, действия США (Инициатива экономической устойчивости для Центральной Азии (ERICEN), Диалог C5+1 по критически важным минералам) показывают стремление уменьшить зависимость от поставок критических ресурсов из Китая и наладить региональное сотрудничество в разведке, добыче и переработке критических минералов с центральноазиатскими странами, которые владеют 38,6% мировых запасов марганцевой руды, 31% хрома, 20% свинца, 12,6% цинка, 8,7% титана [25].

Казахстан после рассекречивания в 2021 г. данных о запасах лития, тантала, ниобия и других химических элементов заключил договоренности о совместном освоении литиевых месторождений в Восточно-Казахстанской области с немецкой компанией HMS Bergbau AG, 500 млн долл., переработке вторичного сырья (с британской компанией Maritime House Ltd) и редкоземельных, критических металлов (с американской компанией Cove Capital LLC).

Однако для Казахстана принципы экономической и научно-технической политики, заложенные в фундамент динамичного развития с использованием редкоземельных металлов высокотехнологичной промышленности США и ЕС, применимы лишь частично. Это связано с разными целями управления глобальными цепочками поставок сырья.

Несмотря на стремление к стратегической автономности и обеспечению комплексного использования минерального сырья, потребность Казахстана в ценных компонентах невысокая в основном из-за незначительной емкости внутреннего рынка. С учетом ограниченного доступа к критически важным полезным ископаемым у многих стран Казахстану предстоит сделать упор на их добычу собственными усилиями, покрыть внутренние потребности, наладить производство полного технологического цикла, повысить уровень цифровизации (таблица 7). Это позволит занять нишу глобального игрока в мировой высокотехнологичной промышленности, усилить позиции в среднем звене глобальной цепочки стоимости, создать вертикально интегрированную цепочку поставок редкоземельных металлов.

Таблица 7 – Показатели металлургической промышленности, производства основных благородных и цветных металлов

Показатель	Годы					
	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Металлургическая промышленность						
Объем экспорта, млн долл.	9970,5	9894,2	10001,5	12817,0	15116,6	12434,5
Объем экспорта товаров средней технологической сложности, млн долл.	1926,8	1524,9	1508,5	2482,1	2292,1	1995,8
Объем экспорта товаров высокой технологической сложности, млн долл.	1344,8	1549,0	1799,0	1809,7	2696,5	3531,3
Объем инвестиций в основной капитал, млн тенге	269 946	320 000	372 005	449 514	605 701	542 795
Доля крупных и средних предприятий, использующих цифровые технологии, %	-	17,3	26,7	28,8	40,0	39,1
Доля инновационно активных предприятий, %	25,9	25,0	34,6	27,7	24,7	25,2
Производство основных благородных и цветных металлов						
Объем экспорта, млн долл.	5903,3	6588,6	6802,2	7983,5	9624,6	8469,5
Объем экспорта товаров средней технологической сложности, млн долл.	233,3	254,1	204,4	243,9	283,3	280,7
Объем экспорта товаров высокой технологической сложности, млн долл.	1343,9	1547,7	1799,0	1809,1	2695,4	3530,0
Объем инвестиций в основной капитал, млн тенге	147 944	166 167	214 325	291 894	356 911	373 128
Доля крупных и средних предприятий, использующих цифровые технологии, %	-	20,0	33,3	30,3	45,7	42,9
Доля инновационно активных предприятий, %	30,8	34,6	36,2	36,5	31,7	25,4
Примечание: Составлено авторами на основе источника [19].						

Для Казахстана ключевой проблемой является не только отсутствие производств редкоземельных металлов и специфика месторождений (сложный химический и минералогический состав, содержание металлов в малых концентрациях). Возникают сложности со скоростью извлечения ценных компонентов из различных источников редкоземельного сырья, наблюдается недостаток производственных мощностей по разделению металлов и выпуску продукции с высокой добавленной стоимостью. Помимо этого, запуск производства попутного металла предприятиями сдерживается устаревшей технологией, ориентированной на выход лишь базовых металлов. Поэтому вопрос освоения потенциала критически важных ресурсов связан как с технологией извлечения элементов, так и с формированием новых производств, потребляющих редкоземельную продукцию, проведением специальных исследований экологических методов добычи с соблюдением принципов ESG.

С такой проблемой столкнулась одна из перспективных областей добычи критически важных ресурсов – литиевая индустрия, где надежды возлагаются на минерализованные рассолы Аральского осадочного бассейна, Чу-Сарысуйские солончаки, соленые озера Павлодарского Прииртышья и весь Прикаспий.

Казахстану, еще не представленному на мировом литиевом рынке, но готовому раскрыть литиевый потенциал [26], необходимо учесть, к примеру, протесты по добыче лития на месторождениях Южной Америки со стороны экологов и местного населения. И это несмотря на то, что добыча в этих местах высокоэффективная. Нельзя забывать, что добыча лития, сосредоточенная преимущественно в засушливых районах, потребует большого количества воды, что негативно отразится на сельском хозяйстве (пример: чилийский проект извлечения лития, поглотивший до 65% имеющейся воды в пустыне Атакама и приведший к загрязнению источников пресной воды).

Как видно, для освоения литиевых резервов будут необходимы не только новые технологии, отвечающие конкретным горно-геологическим условиям и экологическим нормам. От предприятий потребуется управление ESG-факторами, предполагающими охват всех ответственных цепочек поставок.

Долгосрочные ориентиры горнорудного сектора.

В долгосрочном периоде для цифрового преобразования предприятиям необходим системный подход, предполагающий поэтапный переход от дорожных карт к внедрению стратегии с учетом геополитических и киберрисков и промежуточных проектов программ цифровизации. Это ускорит преодоление барьеров, связанных с децентрализованным подходом к управлению цифровыми проектами и сложностями с внутрипроизводственными коммуникациями. В бизнес-цикле горнорудного предприятия капитальные и операционные затраты являются двумя основными видами затрат, с помощью которых демонстрируется достигнутый баланс между понесенными затратами и развитием.

Стратегический вектор развития горнорудного сектора Казахстана требует учета трендов в его цифровизации:

- ♦ использование искусственного интеллекта и промышленного интернета вещей в качестве инструментов экономической устойчивости предприятий;
- ♦ импортозамещение технологий, IT-поставщиков промышленного и инженерного ПО, что особенно значимо в контексте достижения Казахстаном технологической независимости и кибербезопасности;
- ♦ подготовка кадров, сочетающих понимание горного дела и цифровых технологий.

В первую очередь для роста цифровизации необходимо:

- ♦ содействие местным разработчикам цифровых продуктов для роста безопасности труда;
- ♦ стимулирование предприятий со стороны государства внедрять и при необходимости содействовать тестированию отечественных решений;
- ♦ приведение инфраструктуры и технического парка карьеров к уровню, приемлемому для внедрения систем диспетчеризации и видеоаналитики;
- ♦ наращивание цифровой компетентности работников.

Предприятия должны сочетать внедрение цифровых технологий в соответствии с реальными потребностями перехода к новым цифровым решениям с построением бизнеса, оценкой рисков коммерциализации бизнес-моделей, защитой прав интеллектуальной собственности как стратегического актива. При этом фокус следует делать на интеграции разрозненных элемен-

тов добычи, переработки и транспортировки в производственно-сбытовые цепочки, снижении транзакционных издержек. Поддерживать производственный рост и оптимальный уровень маржинальности позволят долгосрочные инвестиции.

Инструменты реализации стратегии: бизнес-модель, дорожная карта и соответствующий ей портфель проектов, сбалансированный с позиций реализации инноваций, направленных на рост цифровой зрелости предприятия.

На наш взгляд, исходя из упомянутого, с целью создания новых бизнес-моделей и продуктивных партнерских взаимосвязей предприятиям необходима комплексная система поиска, поддержки и конечного внедрения конкретных инновационных идей как на внутреннем уровне, так и за его пределами.

Первоочередным является выстраивание инновационно-технологической стратегии, предполагающей укрепление инфраструктуры, разработку инструментов работы с конкретными инновациями и проектами. Наряду с показателями эффективности, отражающими управление капиталом, операционную деятельность, социальную ответственность и безопасность труда, необходима прозрачная система мотивации и оценки вклада работников в реализацию инновационной политики.

Для выхода на новый технологический уровень государство оказывает предприятиям регламентированную, предметную и независимую поддержку в продвижении цифровых технологий, принимаются конкретные меры по формированию технологических платформ, создаваемых по подобию детальной дорожной карты, концентрирующей вокруг определенной технологической задачи. Так, с целью диверсификации производства государство содействует модернизации РГП «Жезказганредмет», специализирующегося на извлечении редких металлов из отходов медного производства гидрометаллургическим способом [27].

С учетом того, что низкий уровень государственных и частных расходов на НИОКР остается одним из ключевых факторов относительной слабости инновационного потенциала страны, акцент делается на рост финансирования НИОКР и инноваций, в частности на вовлечение научного сообщества, субъектов предпринимательства, ввод нормативных процедур по продвижению созданной на базе Astana Hub единой платформы.

Проведенный анализ цифровизации горнорудного сектора показывает, что охват предприятий прогрессивными техническими решениями как поэтапной революцией с элементами управления изменениями пока не так глубок, хотя прогресс совершенно очевиден. В целом переход предприятий к системным цифровым решениям в контексте повышения внутристрановой ценности полезных ископаемых является безальтернативным.

Заключение

В ближайшие годы внедрение цифровых технологий ухудшит финансовую устойчивость предприятий из-за растущей геополитической напряженности, финансовой нагрузки на внедрение НДТ, роста себестоимости добычи. Поэтому в краткосрочном периоде для цифровой трансформации предприятия могут кардинально не обновлять основные средства производства. Техничко-экономические показатели можно улучшить за счет постепенного роста «цифровой связанности» техники и внедрения бизнес-процессов, основанных на анализе данных.

В среднесрочном периоде актуализируются системные проблемы, затрагивающие оптимизацию операционных процедур, корректировку сложившихся форматов взаимодействия между участниками цепочек создания добавленной стоимости, стимулирование «локальной» цифровизации, разработку «зеленых» инфраструктурных проектов в регионах добычи. При сохранении циклично-поточной технологии, применения комбинированных открыто-подземных вариантов отработки месторождений от предприятий потребуются пооперационная цифровизация, комплементарные инвестиции в рост компетенций как IT-персонала, так и пользователей IT-продуктами. Для чего необходимы совместные усилия делового, инвестиционного и научно-образовательного сообществ.

За рамками исследования остается вопрос об управлении стоимостью горнорудного предприятия путем корпоративного раскрытия информации через различные цифровые каналы, что позитивно отразится на продвижении экосистемы цифровых инноваций.

ЛИТЕРАТУРА

1 Об утверждении Концепции цифровой трансформации, развития отрасли информационно-коммуникационных технологий и кибербезопасности на 2023–2029 годы. Постановление Правительства Республики Казахстан от 28 марта 2023 года № 269. URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P2300000269/history>. (дата обращения: 07.03.2024)

2 Перспективы геологоразведки в Казахстане: планируется проведение 100 аукционов по месторождениям. Официальный сайт Министерства строительства и промышленности Республики Казахстан. URL: <https://www.gov.kz/memleket/entities/mps/press/news/details/744933?lang=ru> (дата обращения: 17.08.2024)

3 Национальный отчет по реализации Инициативы прозрачности добывающих отраслей. Министерство индустрии и инфраструктурного развития Республики Казахстан. – Астана, 2023. – 132 с.

4 Кодекс Республики Казахстан. О недрах и недропользовании (с изменениями и дополнениями по состоянию на 01.01.2024 г.). URL: https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=31764592 (дата обращения: 12.03.2024)

5 В рейтинге стран по инновациям Казахстан занял лишь 81-е место из 132. URL: <https://finprom.kz/ru/article/v-rejtinge-stran-po-innovaciyam-kazahstan-zanyal-lish-81-e-mesto-iz-132> (дата обращения: 16.02.2024)

6 Issa A., Hatiboglu B., Bildstein A., Bauernhansl T. Industrie 4.0 roadmap: framework for digital transformation based on the concepts of capability maturity and alignment // *Procedia CIPR*. 2018, vol. 72, pp. 973–978.

7 Verhoef P.C., Broekhuizen T., Bart Y., Bhattacharya A., Qi Dong J., Fabian N., Haenlein M. Digital transformation: a multidisciplinary reflection and research agenda // *Journal of Business Research*. 2021, vol. 122, pp. 889–901.

8 Jones MD., Hutcheson S., Camba JD. Past, present, and future barriers to digital transformation in manufacturing: a review // *Journal of Manufacturing Systems*. 2021, vol. 60, pp. 936–948.

9 Iizuka M., Pietrobelli C., Vargas F. Innovation in mining global value chains: implications for emerging economies. In: Daly A., Humphreys D., Raffo J., Valacchi G. (eds.) *Global Challenges for Innovation in Mining Industries*. Cambridge University Press, 2022, pp. 88–116.

10 Ardito L., Raby S., Albino V., Bertoldi B. The duality of digital and environmental orientations in the context of SMEs: Implications for innovation performance // *Journal of Business Research*. 2021, vol. 123, pp. 44–56.

11 Vargas G.B., Gomes Jd.O., Vargas Vallejos R. A framework for the prioritization of industry 4.0 and lean manufacturing technologies based on network theory // *Journal of Manufacturing Technology Management*. 2024, vol. 1(35), pp. 95–118.

12 Bethune E., Buhalis D., Miles L. Real time response (RTR): conceptualizing a smart systems approach to destination resilience // *Journal of Destination Marketing and Management*. 2022, vol. 23, p. 100687.

13 Salvi A., Vitolla F., Rubino M., Giakoumelou A., Raimo N. Online information on digitalization processes and its impact on firm value // *Journal of Business Research*. 2021, vol. 124, pp. 437–444.

14 Song Y., Du C., Du P., Liu R., Lu Z. Digital transformation and corporate environmental performance: evidence from Chinese listed companies // *Technological Forecasting and Social Change*. 2024, vol. 201, p. 123159.

15 Hazrat M.A., Hassan N.M.S., Chowdhury A.A., Rasul M.G., Taylor B.A. Developing a Skilled Workforce for Future Industry Demand: the Potential of Digital Twin-Based Teaching and Learning Practices in Engineering Education // *Sustainability*. 2023, 15(23), p. 16433.

16 Hodgkinson JH., Elmoultie M. Cousins, Siblings and Twins: a Review of the Geological Model's Place in the Digital Mine // *Resources*. 2020, vol. 9(3), p. 24.

17 Galiyev S.Zh., Dovzhenok A.S., Kol'ga A.D., Galiyev D.A., Uteshov E.T. Digitalization and the potential for improving the design and planning of mining operations in open cast mining // *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technology sciences*. 2020, vol. 1(439), pp. 146–154.

18 Рекомендации по решению проблем с применением цифровых проектов (решений) и по повышению эффективности работы предприятий. АО Казахстанский центр индустрии и экспорта «Qazindustry». – Нур-Султан, 2020. URL: <https://qazindustry.gov.kz/docs/otchety/1597038508.pdf> (дата обращения: 13.12.2021)

19 Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан. URL: <https://stat.gov.kz/ru/> (дата обращения: 27.07.2024)

- 20 Халбашкеев А. Цифровизация горной отрасли: подводим первые итоги // Добывающая промышленность. Центральная Азия. – 2023. – № 1–1. – С. 8–14. URL: <https://dprom.kz/wp-content/uploads/2023/03/DP-KZ-1-2023.pdf>
- 21 Отчет о деятельности АО «Казахстанский центр индустрии и экспорта «QazIndustry» за 2021 год. – Нур-Султан, 2022. Официальный сайт Казахстанского центра индустрии и экспорта «QazIndustry». URL: <https://qazindustry.gov.kz/ru/reporting> (дата обращения: 12.02.2024)
- 22 Отчет о деятельности АО «Казахстанский центр индустрии и экспорта «QazIndustry» за 2022 год. – Астана, 2023. Официальный сайт Казахстанского центра индустрии и экспорта «QazIndustry». URL: <https://qazindustry.gov.kz/ru/reporting> (дата обращения: 12.02.2024)
- 23 Top 10 business risks and opportunities for mining and metals in 2023. URL: https://assets.ey.com/content/dam/ey-sites/ey-com/en_gl/topics/mining-metals/ey-top-10-business-risks-and-opportunities-for-mining-and-metals-in-2023.pdf (дата обращения: 02.04.2024)
- 24 Как повысить безопасность и КРП рудников. URL: <https://kapital.kz/business/85369/kak-povyisit-bezopasnost-i-kpi-rudnikov.html> (дата обращения: 13.07.2024)
- 25 Казахстан – в 50 самых счастливых стран мира, новый урановый проект и луковый кризис. Официальный сайт делового информационного портала ИА Inbusiness.kz. URL: <https://inbusiness.kz/ru/news/kazahstan-v-50-ke-samyh-schastlivyh-stran-mira-novyy-uranovyy-proekt-i-lukovyj-krizis> (дата обращения: 13.07.2024)
- 26 Казахстан готов раскрыть потенциал по литию. Председатель Правления АО «Национальная геологическая служба». Официальный сайт АО «Национальная геологическая служба». URL: <https://geology.kz/en/news/619> (дата обращения: 11.03.2024)
- 27 Перед учеными стоит задача по повышению эффективности методов извлечения металлов. URL: <https://kapital.kz/economic/128877/pered-uchenymi-stoit-zadacha-po-povysheniyu-effektivnosti-metodov-izvlecheniya-metallorov.html> (дата обращения: 03.09.2024)

REFERENCES

- 1 Ob utverzhdenii Konceptii cifrovoj transformacii, razvitija otrasli informacionno-kommunikacionnyh tehnologij i kiberbezopasnosti na 2023–2029 gody. Postanovlenie Pravitel'stva Respubliki Kazahstan ot 28 marta 2023 goda № 269. URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P2300000269/history>. (data obrashhenija: 07.03.2024). (In Russian).
- 2 Perspektivy geologorazvedki v Kazahstane: planiruetsja provedenie 100 aukcionov po mestorozhdenijam. Oficial'nyj sajt Ministerstva stroitel'stva i promyshlennosti Respubliki Kazahstan. URL: <https://www.gov.kz/memleket/entities/mps/press/news/details/744933?lang=ru> (data obrashhenija: 17.08.2024). (In Russian).
- 3 Nacional'nyj otchet po realizacii Inicijatyv prozrachnosti dobyvajushhih otraslej. Ministerstvo industrii i infrastruktornogo razvitija Respubliki Kazahstan. Astana, 2023. 132 p. (In Russian).
- 4 Kodeks Respubliki Kazahstan. O nedrah i nedropol'zovanii (s izmenenijami i dopolnenijami po sostojaniju na 01.01.2024 g.). URL: https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=31764592 (data obrashhenija: 12.03.2024). (In Russian).
- 5 V rejtinge stran po innovacijam Kazahstan zanjat lish' 81-e mesto iz 132. URL: <https://finprom.kz/ru/article/v-rejtinge-stran-po-innovacijam-kazahstan-zanyal-lish-81-e-mesto-iz-132> (data obrashhenija: 16.02.2024). (In Russian).
- 6 Issa A., Hatiboglu B., Bildstein A., Bauernhansl T. (2018) Industrie 4.0 roadmap: framework for digital transformation based on the concepts of capability maturity and alignment // *Procedia CIPR*, vol. 72, pp. 973–978. (In English).
- 7 Verhoef P.C., Broekhuizen T., Bart Y., Bhattacharya A., Qi Dong J., Fabian N., Haenlein M. (2021) Digital transformation: a multidisciplinary reflection and research agenda // *Journal of Business Research*, vol. 122, pp. 889–901. (In English).
- 8 Jones MD., Hutcheson S., Camba JD. (2021) Past, present, and future barriers to digital transformation in manufacturing: a review // *Journal of Manufacturing Systems*, vol. 60, pp. 936–948. (In English).
- 9 Iizuka M., Pietrobelli C., Vargas F. (2022) Innovation in mining global value chains: implications for emerging economies. In: Daly A., Humphreys D., Raffo J., Valacchi G. (eds.) *Global Challenges for Innovation in Mining Industries*. Cambridge University Press, pp. 88–116. (In English).
- 10 Ardito L., Raby S., Albino V., Bertoldi B. (2021) The duality of digital and environmental orientations in the context of SMEs: Implications for innovation performance // *Journal of Business Research*, vol. 123, pp. 44–56. (In English).

11 Vargas G.B., Gomes Jd.O., Vargas Vallejos R. (2024) A framework for the prioritization of industry 4.0 and lean manufacturing technologies based on network theory // *Journal of Manufacturing Technology Management*, vol. 1(35), pp. 95–118. (In English).

12 Bethune E., Buhalis D., Miles L. (2022) Real time response (RTR): conceptualizing a smart systems approach to destination resilience // *Journal of Destination Marketing and Management*, vol. 23, p. 100687. (In English).

13 Salvi A., Vitolla F., Rubino M., Giakoumelou A., Raimo N. (2021) Online information on digitalization processes and its impact on firm value // *Journal of Business Research*, vol. 124, pp. 437–444. (In English).

14 Song Y., Du C., Du P., Liu R., Lu Z. (2024) Digital transformation and corporate environmental performance: evidence from Chinese listed companies // *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 201, p. 123159. (In English).

15 Hazrat M.A., Hassan N.M.S., Chowdhury A.A., Rasul M.G., Taylor B.A. (2023) Developing a Skilled Workforce for Future Industry Demand: the Potential of Digital Twin-Based Teaching and Learning Practices in Engineering Education // *Sustainability*, 15(23), p. 16433. (In English).

16 Hodgkinson JH., Elmouttie M. (2020) Cousins, Siblings and Twins: a Review of the Geological Model's Place in the Digital Mine // *Resources*, vol. 9(3), p. 24. (In English).

17 Galiyev S.Zh., Dovzhenok A.S., Kol'ga A.D., Galiyev D.A., Uteshov E.T. (2020) Digitalization and the potential for improving the design and planning of mining operations in open cast mining // *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technology sciences*, vol. 1(439), pp.146–154. (In English).

18 Rekomendacii po resheniju problem s primeneniem cifrovyyh proektov (reshenij) i po povysheniju jeffektivnosti raboty predpriyatij. AO Kazhastanskij centr industrii i jeksporta «Qazindustry». – Nur-Sultan, 2020. URL: <https://qazindustry.gov.kz/docs/otchety/1597038508.pdf> (data obrashhenija: 13.12.2021). (In Russian).

19 Bjuro nacional'noj statistiki Agentstva po strategicheskomu planirovaniyu i reformam Respubliki Kazhastan. URL: <https://stat.gov.kz/ru/> (data obrashhenija: 27.07.2024). (In Russian).

20 Halbashkeev A. (2023) Cifrovizacija gornoj otrasli: podvodim pervye itogi // *Dobvayushhaja promyshlennost'. Central'naja Azija*. No. 1–1. P. 8–14. URL: <https://dprom.kz/wp-content/uploads/2023/03/DP-KZ-1-2023.pdf>. (In Russian).

21 Otchet o dejatel'nosti AO «Kazhastanskij centr industrii i jeksporta «QazIndustry» za 2021 god. – Nur-Sultan, 2022. Oficial'nyj sayt Kazhastanskogo centra industrii i jeksporta«QazIndustry». URL: <https://qazindustry.gov.kz/ru/reporting> (data obrashhenija: 12.02.2024). (In Russian).

22 Otchet o dejatel'nosti AO «Kazhastanskij centr industrii i jeksporta «QazIndustry» za 2022 god. – Astana, 2023. Oficial'nyj sayt Kazhastanskogo centra industrii i jeksporta «QazIndustry». URL: <https://qazindustry.gov.kz/ru/reporting> (data obrashhenija: 12.02.2024). (In Russian).

23 Top 10 business risks and opportunities for mining and metals in 2023. URL: https://assets.ey.com/content/dam/ey-sites/ey-com/en_gl/topics/mining-metals/ey-top-10-business-risks-and-opportunities-for-mining-and-metals-in-2023.pdf (data obrashhenija: 02.04.2024). (In English).

24 Kak povysit' bezopasnost' i KPI rudnikov. URL: <https://kapital.kz/business/85369/kak-povysit-bezopasnost-i-kpi-rudnikov.html> (data obrashhenija: 13.07.2024). (In Russian).

25 Kazhastan – v 50 samyh schastlivyh stran mira, novyj uranovyj proekt i lukovyj krizis. Oficial'nyj sayt delovogo informacionnogo portala IA Inbusiness.kz. URL: <https://inbusiness.kz/ru/news/kazahstan-v-50-ke-samyh-schastlivyh-stran-mira-novyj-uranovyj-proekt-i-lukovyj-krizis> (data obrashhenija: 13.07.2024). (In Russian).

26 Kazhastan gotov raskryt' potencial po litiju. Predsedatel' Pravlenija AO «Nacional'naja geologicheskaja sluzhba». Oficial'nyj sayt AO «Nacional'naja geologicheskaja sluzhba». URL: <https://geology.kz/en/news/619> (data obrashhenija: 11.03.2024). (In Russian).

27 Pered uchenymi stoit zadacha po povysheniju jeffektivnosti metodov izvlechenija metallov. URL: <https://kapital.kz/economic/128877/pered-uchenymi-stoit-zadacha-po-povysheniyu-effektivnosti-metodov-izvlecheniya-metallov.html> (data obrashhenija: 03.09.2024). (In Russian).

ӘУБӘКІРОВА Г.М.,¹

э.ғ.д., профессор.

e-mail: rendykar@gmail.com

ORCID ID: 0000-0003-0337-1539

ИСАТАЕВА Ф.М.,*¹

PhD, қауымдастырылған профессор.

*e-mail: isataeva.farida@gmail.com

ORCID ID: 0000-0001-6208-3292

БИРЮКОВ В.В.,¹

э.ғ.д., доцент.

e-mail: _valera@mail.ru

ORCID ID: 0000-0003-2712-8840

КЕРНЕБАЕВ А.С.,¹

PhD, аға оқытушы.

e-mail: Aidyn.kernebaev@gmail.com

ORCID ID: 0000-0000-1882-58564

¹Ә. Сағынов атындағы Қарағанды

техникалық университеті,

Қарағанды қ., Қазақстан

ҚАЗАҚСТАННЫҢ КЕН ӨНДІРУ СЕКТОРЫН ЦИФРЛАНДЫРУДЫҢ СТРАТЕГИЯЛЫҚ БАСЫМДЫҚТАРЫ

Андатпа

Жаһандық белгісіздік Орталық Азиядағы инновациялық даму орталығына айналуға ұмтылған Қазақстан экономикасын өзгертті. Авторлардың пікірінше, ел экономикасының шикізаттық бағыттылығының себептерінің бірі өндірістің энергияны көп қажет ететін түрлерінің басым болуымен қатар, тау-кен саласының технологиялық жағынан артта қалуы болып табылады. Мақалада қазақстандық тау-кен кешенінің әлемдік экономикаға интеграцияланудағы стратегиялық мақсаты инновациялық дамуға назар аударуды көздейтіні көрсетілген. Ең маңызды микро- және макроэкономикалық факторлардың PEST талдауы кәсіпорындардың ағымдағы жағдайын бағалауға мүмкіндік берді. Қазақстанның тау-кен секторындағы инновациялық артта қалудың маңызды себептерінің бірі цифрлық трансформацияға стратегиялық көзқарастың жоқтығы және кәсіпорындар арасында өзгерістерді басқару тетіктері екені анықталды. Авторлар тау-кен-геологиялық жағдайлардың үздіксіз күрделенуі және мүдделі тараптардың өсіп келе жатқан талаптары кәсіпорындардан ішкі өндірістік процестерді құруды, ҒЗТҚЖ-ға жәрдемдесуді, цифрлық технологиялар үшін құралдарды таңдауға инженерлік-экономикалық көзқарас негізінде аналитикалық жұмысты ұйымдастыруды жақсартуды, негізі және сыртқы серіктестермен және стартаптармен белсенді әрекеттесуді талап етеді деген қорытындыға келеді. Әрі қарай ілгерілеу үшін кәсіпорындар ұйымдық және технологиялық трансформацияға, оның ішінде ұйымдық құрылымды өзгертуге және бизнес үлгісін өзгертуге бағытталған ішкі цифрлық құзыреттерді құруға кешенді көзқарас қажет екендігі дәлелденді. Зерттеу нәтижелері операциялық қызметті қайта ұйымдастыруға және бизнесті ілгерілету үшін инвестицияларды арттыруға бағытталған белсенді инновациялық стратегияларды әзірлеуде өнеркәсіптік кәсіпорындардың қызығушылығын тудырады.

Тірек сөздер: цифрландыру, инновация, халықаралық стандарттар, стратегия, мемлекеттік реттеу, тау-кен секторы, кәсіпорын.

AUBAKIROVA G.M.,¹

d.e.s., professor.

e-mail: rendykar@gmail.com

ORCID ID: 0000-0003-0337-1539

ISATAEVA F.M.,*¹

PhD, associate professor.

*e-mail: isataeva.farida@gmail.com

ORCID ID: 0000-0001-6208-3292

BIRYUKOV V.V.,¹

d.e.s., associate professor.

e-mail: _valera@mail.ru

ORCID ID: 0000-0003-2712-8840

KERNEBAEV A.S.,¹

PhD, senior lecturer.

e-mail: Aidyn.kernebaev@gmail.com

ORCID ID: 0000-0000-1882-58564

¹Abylkas Saginov Karaganda Technical University,
Karaganda, Kazakhstan

STRATEGIC PRIORITIES FOR DIGITALIZATION OF THE MINING SECTOR OF KAZAKHSTAN

Abstract

Global uncertainty has transformed the economy of Kazakhstan, which is striving to become a center of innovative development in Central Asia. According to the authors, one of the reasons for the raw material orientation of the country's economy, along with the predominance of energy-intensive types of production, is the technological backwardness of the mining sector. The article shows that the strategic goal of the Kazakhstan mining complex to integrate into the world economy involves a focus on innovative development. PEST analysis of the most important micro- and macroeconomic factors made it possible to assess the current situation of enterprises. It was revealed that one of the significant reasons for the innovative lag in the mining sector of Kazakhstan is the lack of a strategic vision of digital transformation and change management mechanisms among enterprises. The authors conclude that the continuous complication of mining and geological conditions and the growing demands of stakeholders require enterprises to build internal production processes, promote R&D, improve the organization of analytical work based on an engineering and economic approach to the selection of tools for the digital basis of production, and active interaction with external partners and startups. It is substantiated that for further progress an integrated approach to the creation of intra-production digital competencies is necessary; enterprises should focus on organizational and technological transformation, including changes in the organizational structure and transformation of the business model. The results of the study are of interest to industrial enterprises when they develop proactive innovative strategies focused on reorganizing operational activities and increasing investment to promote business.

Key words: digitalization, innovation, international standards, strategy, government regulation, mining sector, enterprise.

Дата поступления статьи в редакцию: 03.04.2024