

Управление портфелем проектов цифровой трансформации в горнодобывающих компаниях Российской Федерации: модель оценки зрелости и факторы экономической результативности

И.В. Трифонов¹✉, Н.Ю. Баркова¹, Е.В. Музыкова¹, Э.Ш. Шаймиева²

¹ Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, г. Москва, Российская Федерация

² Казанский инновационный университет им. В.Г. Тимирязова, г. Казань, Российская Федерация

✉ ivan91169@mail.ru

Резюме: Рост инвестиций сектора в цифровые технологии (с 4,2 до 7,4 млрд руб. в 2019–2024 гг., +76,2%), рост доли вложений в информационные технологии с 1,7 до 2,5% и разрыв между инвестициями и результативностью (43% компаний отмечают рост сложности решений, 40% – дефицит компетенций) определили необходимость исследовать переход от точечной цифровизации к управлению портфелем проектов цифровой трансформации в горнодобывающих компаниях Российской Федерации. Гипотеза: результативность портфеля цифровой трансформации определяется не объёмом капвложений, а зрелостью проектного управления по доменам портфельного, программного, проектного, риск- и финансового менеджмента. Цель – обосновать модели оценки зрелости и идентификация факторов результативности. Исследованная выборка – 10 ведущих горнодобывающих и металлургических компаний Российской Федерации. На основе отчётов об устойчивом развитии и статистики Росстата, используя методы сравнительного анализа методологий зрелости, отраслевого бенчмаркинга, экспертной матричной оценки, регрессионного моделирования, авторы получили ряд результатов: 1) средневзвешенный интегральный уровень зрелости управления портфелем проектов цифровых технологий компаний из выборки $M_{\Sigma T} = 3,62$; 2) комплексные решения дают снижение операционных издержек на 10–15%, рост производительности на 8–12%, сокращение простоев на 25–30% при окупаемости 25,8 мес.; 3) 81% предприятий внедрили IoT-системы промышленной безопасности, 72% – мониторинг оборудования; 4) корреляция зрелости и ROI портфеля $r = 0,827$ ($p < 0,01$). Предложена шестиуровневая авторская модель оценки зрелости с дифференциацией по пяти доменам и трём состояниям проектов («пилот», «масштабирование», «промышленная эксплуатация»). Выявлены три критических разрыва: 1) управление рисками портфеля, 2) межпроектная интеграция данных, 3) компетентностный профиль команд цифровой трансформации.

Ключевые слова: управление проектами, портфель проектов, цифровая трансформация, горнодобывающие компании, модель зрелости, цифровые двойники, Индустрия 4.0, проектный менеджмент

Для цитирования: Трифонов И.В., Баркова Н.Ю., Музыкова Е.В., Шаймиева Э.Ш. Управление портфелем проектов цифровой трансформации в горнодобывающих компаниях Российской Федерации: модель оценки зрелости и факторы экономической результативности. *Горная промышленность*. 2026;(4):74–82. <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2026-4-74-82>

Managing a portfolio of a digital transformation project in mining companies of the Russian Federation: a maturity assessment model and factors of economic performance

I.V. Trifonov¹✉, N.Yu. Barkova¹, E.V. Muzyukova¹, E.Sh. Shaimieva²

¹ Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation

² Kazan Innovative University named after V.G. Timiryasov, Kazan, Russian Federation

✉ ivan91169@mail.ru

Abstract: The study addresses transition from the point-wise digitalisation to integrated portfolio management of digital transformation (DT) projects in the Russian mining companies. The research relevance is driven by sectoral investment growth (RUB 4.2 to 7.4 bn over 2019–2024, +76.2%), the IT investment share rising from 1.7% to 2.5%, and a persistent gap between the investment and economic performance: 43% of companies report growing solution complexity and 40% – a shortage of

competences. The hypothesis is that the DT portfolio performance is determined not by capital investment volume, but by the project management maturity across the portfolio, programme and project management, risk management and financial management. The objective is to justify the maturity assessment model and quantitatively identify the economic performance drivers for the top-10 Russian mining companies. The empirical base comprises 10 sustainability reports for 2019–2024, Rosstat IT-expenditure statistics, and Yakov & Partners / Zyfra industry surveys (130 respondents from 50 companies, 2023 and 2024). The methods include comparative analysis of P3M3, OPM3 and GOST R ISO 21500–2014, industry benchmarking, expert matrix assessment, regression modelling. The weighted-average maturity in the top-10 companies is 3.62 out of 5 (sd 0.49); the range is 2.90 (Raspadskaya) to 4.30 (Nornickel), with Polyus at 4.10; integrated solutions deliver a 10–15% OpEx reduction, an 8–12% productivity increase and a 25–30% cut in unplanned downtime at a 25.8-month payback; 81% of enterprises have implemented IoT-based safety systems, 72% – equipment monitoring; the maturity–ROI correlation is $r = 0.827$ ($p < 0.01$). A six-level M_{ZT}-Mining maturity model is proposed with differentiation across five domains and three project states (“pilot”, “upscaling”, “industrial operation”). Three critical gaps are identified, i.e. the portfolio risk management, the cross-project data integration, and the competence profile of the DT teams.

Keywords: project management, project portfolio, digital transformation, mining companies, maturity model, digital twins, Industry 4.0

For citation: Trifonov I.V., Barkova N.Yu., Muzyukova E.V., Shaimieva E.Sh. Managing a portfolio of a digital transformation project in mining companies of the Russian Federation: a maturity assessment model and factors of economic performance. *Russian Mining Industry*. 2026;(4):74–82. (In Russ.) <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2026-4-74-82>

Введение

К середине 2020-х годов цифровая трансформация (ЦТ) традиционной промышленности вошла в фазу институционализации проектного контура. На фоне Стратегии цифровой трансформации обрабатывающих отраслей до 2030 г. и нацпроекта «Экономика данных и цифровая трансформация государства» в горнодобыче и металлургии РФ в 2023–2025 гг. сложилась интенсивная инвестиционно-проектная динамика: инвестиции в цифровые технологии выросли с 4,2 до 7,4 млрд руб. (2019–2024 гг., +76,2%), доля цифровых вложений – с 1,7 до 2,5%, число предприятий-инвесторов – с 38 до 50 [1–4]. По «Яков и Партнёры – Цифра» (130 респондентов из 50 компаний, 2023 и 2024 гг.) 63% ожидают значимого сокращения OpEx за пять лет, 52% достигают плановых целей, 81% внедрили IoT-системы промбезопасности, 72% – мониторинг оборудования [2; 5].

Динамика сопряжена с системным управленческим вызовом [6–8]: если в 2019–2021 гг. повестка концентрировалась на технологиях (платформы, IoT, компьютерное зрение), то в 2022–2025 гг. фокус сместился к организационно-управленческой результативности. 43% компаний называют ключевым барьером рост сложности решений, 40% – дефицит компетенций в управлении проектами ЦТ, 39% готовы к соинвестированию в специализированное ПО [7].

Современная литература формирует три направления. 1) Оценка экономической эффективности: Н.В. Кучковская на материале 50 крупнейших предприятий за 2019–2024 гг. установила, что интегрированные системы управления дают рост производительности и снижение OpEx на 3–5%, цифровые двойники сокращают простои на 15–20%, IoT-решения повышают производительность на 25%, комплексные решения снижают OpEx на 10–15% [2]; Н.В. Цхададзе и соавт. на пяти ГОКах зафиксировали ROI системы управления жизненным циклом 110–165%, снижение удельных энергозатрат 16–27%, рост коэффициента извлечения 0,5–1,7 пп, сокращение травматизма 58,1% [1]. 2) Технологическая инфраструктура: С.В. Лукичёв и О.В. Наговицын предложили трёхступенчатую модель зрелости – программные модули и ГИС → единое цифровое пространство → «Цифровой рудник» [4; 8; 9]; М.В. Рыльникова и соавт. обосновали цифровую трансформацию горнотехнических систем как условие устойчивого развития [3]; А.М. Балашов выделил

шесть направлений с опережающими эффектами – дистанционное управление, автономное оборудование, облачные платформы, интеллектуальные измерения, цифровые двойники, прогнозная аналитика [10]. 3) Теория управления проектами: Э.Ш. Шаймиева и соавт. сформулировали концепцию менеджмента цифровых экосистем, где эффективность проекта определяется плотностью институциональной координации участников [11]; И.А. Рождественская и соавт. показали, что переход от пилотов к промышленной эксплуатации требует институционализации трёх уровней – портфельного, программного, проектного [12]; Д.Ю. Савон и соавт. – что трансформация бизнес-моделей при рыночной нестабильности достигается через стандартизированные проектные офисы [13].

Параллельно идёт дискуссия об инструментарии оценки зрелости: универсальные стандарты P3M3, OPM3, ГОСТ Р ИСО 21500–2014 требуют отраслевой адаптации с учётом горно-геологических условий, повышенной капиталоемкости и длительных циклов освоения месторождений (10–25 лет) [6; 14]. К.В. Харченко и соавт. показали, что предиктивное обслуживание на основе Индустрии 4.0 требует выделенного проектного контура с системой KPI [6]; М.Л. Журавков и соавт. утверждают, что подземные предприятия дают межпроектный синергетический эффект только при централизованном портфельном управлении [15].

Научная проблема: рост инвестиций в цифровые технологии опережает институциональное оформление проектного контура, снижая результативность портфеля. Гипотеза: результативность портфеля ЦТ определяется не объёмом инвестиций и числом технологических решений, а уровнем зрелости проектного управления по пяти доменам – портфель (PfM), программы (PgM), проекты (PjM), риски (RM), финансы (FM). Цель – обоснование шестиуровневой модели оценки зрелости и количественная идентификация факторов результативности на материале топ-10. Задачи: 1) систематизировать динамику инвестиций и портфелей за 2019–2024 гг.; 2) сформулировать модель зрелости с учётом отраслевой специфики; 3) провести бенчмаркинг топ-10 и сопоставить с экономическими эффектами; 4) построить регрессию ROI по зрелости; 5) обосновать управленческие импликации [14; 16–18].

Материалы и методы

Эмпирическая база – отчёты об устойчивом развитии и годовые отчёты 10 ведущих горнодобывающих и металлургических компаний РФ за 2019–2024 гг.: ПАО «ГМК «Норильский никель», ПАО «Полус», АК «АЛРОСА» (ПАО), ПАО «Северсталь», ОАО «ХК «Металлоинвест», ПАО «ЕВРАЗ», ОАО «УК «Кузбассразрезуголь», АО «СУЭК», ПАО «Распадская», ООО «Удоканская медь». Выборка охватывает около 60% натуральной добычи отрасли и около 78% налоговых поступлений в бюджеты субъектов РФ присутствия.

Источники: годовые отчёты по GRI Standards; данные Росстата по затратам на ИТ в добыче полезных ископаемых (ОКВЭД 05–09) за 2019–2024 гг.; исследование «Цифровизация горно-металлургической отрасли России в 2024 году» («Яков и Партнёры» совместно с ГК «Цифра», 2023 и 2024 гг., 130 респондентов из 50 компаний); проектная документация интеграторов («Геомикс», «Рексофт», «Норильский никель – Цифровая лаборатория»); материалы корпоративных конкурсов («Цифровой Норникель», «Цифра Полуса», «АЛРОСА-Диджитал»).

Базовая структура – РЗМЗ (Cabinet Office UK, 3-я ред., 2015), расширенная двумя доменами: управление рисками портфеля (RM, повышенный риск-профиль) и финансовое управление портфелем (FM, длительные циклы окупаемости) [5]. Каждый из пяти доменов оценивается по шкале 1–5: 1 – «осведомлённость», 2 – «повторяющаяся практика», 3 – «определённый процесс», 4 – «управляемый процесс», 5 – «оптимизируемый процесс». Интегральная оценка:

$$M_{ZT} = (w_{PfM} \cdot MP_{fM} + w_{PgM} \cdot MP_{gM} + w_{PjM} \cdot MP_{jM} + w_{RM} \cdot MRM + w_{FM} \cdot MFM), \tag{1}$$

где M_{ZT} – интегральный уровень зрелости управления портфелем проектов ЦТ; MP_{fM} , MP_{gM} , MP_{jM} , MRM , MFM – оценки по доменам портфельного, программного, проектного управления, риск-менеджмента и финансового

управления (1–5); w_i – весовые коэффициенты (базовый сценарий: 0,25; 0,20; 0,25; 0,15; 0,15).

Для достижения поставленной цели использовались методы: сравнительный анализ методологий зрелости по семи параметрам (число доменов, шкала оценки, отраслевая адаптация, верификация эмитентами, согласованность с международной практикой, наличие KPI, применимость к горнодобыче РФ); отраслевой бенчмаркинг по 5 доменам; экспертная матричная оценка по 6 типам проектов ЦТ и 5 категориям эффектов (OpEx, производительность, аварийные простои, травматизм, окупаемость); регрессионное моделирование зависимости ROI портфеля от M_{ZT} по выборке 10 компаний методом наименьших квадратов; значимость коэффициентов – по t -критерию Стьюдента при уровне доверия 0,95.

Коэффициент относительной результативности портфеля RP :

$$RP = ((\Delta OpEx + \Delta \text{произв.} \cdot ВПР) - \Sigma Amort) / CapExCT \cdot 100\%, \tag{2}$$

где $\Delta OpEx$ – снижение операционных издержек за период (млн руб.); $\Delta \text{произв.}$ – прирост производительности труда (%); $ВПР$ – годовая выручка по продукции, на которую оказывается воздействие (млн руб.); $\Sigma Amort$ – амортизация портфеля ЦТ; $CapExCT$ – капитальные вложения в портфель.

Стоимостные показатели – в номинальных рублях года; межгодовые сопоставления – через темпы прироста. Референтные значения эффективности – из журналов «Горная промышленность» и «Уголь» за 2021–2025 гг. и данных «Яков и Партнёры – Цифра» (2023, 2024 гг.) [15; 18]; привлечены исследования развития горнодобывающих территорий и креативных индустрий [11; 17].

Результаты

Сравнительный анализ (табл. 1) показал, что ни одна методология (РЗМЗ, OPM3, CMMI for Services, ГОСТ Р ИСО 21500–2014) не сочетает отраслевую адаптацию к горно-

Таблица 1
Сравнительный анализ методологий оценки зрелости управления портфелем проектов цифровой трансформации применительно к горнодобывающей отрасли

Table 1
A comparative analysis of methodologies to assess the management maturity of digital transformation project portfolios as applied to the mining industry

Параметр сравнения	Методология оценки				
	РЗМЗ (Cabinet Office UK)	OPM3 (PMI)	ГОСТ Р ИСО 21500–2014	CMMI for Services	Авторская модель $M_{ZT-Mining}^*$
Год выпуска / актуальная редакция	2015 (3-я ред.)	2013 (3-я ред.)	2014	2010 (CMMI v1.3)	2025
Число доменов / процессных областей	3 (Pf, Pg, Pj)	5 (стандартизация, измерение, контроль, улучшение, OPM)	10	24	5 (PfM, PgM, PjM, RM, FM)
Шкала зрелости	1–5	1–4	Не нормирована	1–5 (Initial – Optimizing)	1–5
Отраслевая адаптация для горнодобычи	Нет	Нет	Частичная	Нет	Полная
Учёт длительных циклов активов (10–25 лет)	Нет	Нет	Нет	Нет	Да (через домен FM)
Связь с KPI экономической результативности (ROI, OEE)	Косвенная	Косвенная	Косвенная	Косвенная	Прямая
Применимость в горнодобывающей отрасли РФ	Ограниченная**	Ограниченная	Полная	Ограниченная	Полная

Примечание: * вес доменов: 0,25 (PfM); 0,20 (PgM); 0,25 (PjM); 0,15 (RM); 0,15 (FM); ** адаптация >30% индикаторов.

Источник: Составлено по публикациям Cabinet Office UK, PMI, Carnegie Mellon SEI

Note: * Domain weights: 0.25 (PfM); 0.20 (PgM); 0.25 (PjM); 0.15 (RM); 0.15 (FM); ** adaptation of >30% of indicators.

Source: Compiled based on publications by the UK Cabinet Office, PMI, and Carnegie Mellon SEI

Таблица 2
Динамика инвестиций в цифровые технологии и портфели проектов цифровой трансформации горнодобывающих предприятий РФ в 2019–2024 гг.

Показатель		2019	2020	2021	2022	2023	2024
1	Инвестиции в цифровые технологии, млрд руб.	4,2	5,1	7,4	6,2	6,8	7,4
2	Темп роста к предыдущему году, %	–	121,4	145,1	83,8	109,7	108,8
3	Доля в общих инвестициях отрасли, %	1,7	1,9	2,4	2,1	2,3	2,5
4	Количество предприятий-инвесторов, ед.	38	42	47	44	48	50
5	Средний объём инвестиций на предприятие, млн руб.	110,5	121,4	157,4	140,9	141,7	148,0
6	Число открытых проектов ЦТ (топ-10), ед.	148	196	274	251	312	358
7	Из них – на стадии «промышленная эксплуатация»*, %	12,8	16,3	21,2	24,7	31,7	37,2
8	Средняя длительность проекта от пилота до промышленной эксплуатации, мес.**	34,5	32,1	29,8	31,4	28,7	25,8

Примечание: * сквозной процесс с интеграцией в MES/ERP/SCADA и постоянной командой сопровождения; ** от старта пилота до выхода на проектные KPI ≥50% активов.
Источник: строки 1–5 – данные Росстата (ОКВЭД 05–09) и [2]; строки 6–8 – рассчитано по отчётам и пресс-релизам топ-10.
Note: End-to-end process with integration into MES/ERP/SCADA and a dedicated support team; ** From pilot launch to achieving the project KPIs for ≥50% of assets.
Source: Rows 1–5: data from Rosstat (OKVED 05–09) and [2]; rows 6–8: calculated based on reports and press releases from the top 10 companies.

добыче, прямую связь с KPI и учёт длительных циклов активов 10–25 лет. Разрыв обусловил разработку модели M_{ЗТ}-Mining на структурной логике РЗМЗ, расширенной до пяти доменов с включением риск-менеджмента и финансового управления как самостоятельных контуров.

Модель отличается тремя параметрами: 1) управление рисками выделено в самостоятельный домен (геологическая неопределённость, риски Индустрии 4.0, регуляторные ограничения); 2) финансовое управление портфелем – с акцентом на дисконтированный денежный поток в горизонте 10–15 лет; 3) прямая связь балла зрелости с интегральным показателем результативности. Реализация – экспертная оценка 25 индикаторов (5 доменов × 5 уровней) по трём состояниям проекта: «пилот», «масштабирование», «промышленная эксплуатация».

Динамика инвестиций и портфелей за 2019–2024 гг. – в табл. 2. Объём вырос с 4,2 до 7,4 млрд руб. (+76,2%) при пике темпа в 2021 г. (145,1%); спад 2022 г. до 6,2 млрд руб. отражает макронестабильность и сокращение инвест-

программ половиной предприятий, восстановление 2023–2024 гг. – адаптацию [2; 19].

Структурная трансформация портфелей (рост числа проектов и доли промышленной эксплуатации, сокращение длительности пилотов) отражает переход от экспериментирования к операционной интеграции – признак зрелого портфельного управления [12; 13].

Интегральный уровень зрелости управления портфелем проектов ЦТ в топ-10 по модели MZT-Mining – в табл. 3. Среднее M_{ЗТ} – 3,62 при стандартном отклонении 0,49 и размахе 1,40 (2,90–4,30); уровень «определённый – управляемый процесс» (3–4-й уровни) согласуется с международной практикой для горнодобывающих компаний развивающихся рынков [1; 2; 14].

Лидерство ГКМ «Норильский никель» (4,30) обусловлено формализованным проектным офисом ЦТ с СФО-контуром и регулярным аудитом зрелости; близки ПАО «Полюс» (4,10) и АК «АЛРОСА» (4,08). Позиция АО «СУЭК» (3,86) определяется доминированием проектов автономного

Таблица 3
Уровни зрелости управления портфелем проектов цифровой трансформации в топ-10 горнодобывающих компаниях России по доменам модели MZT-Mining (2025 г.)

Table 3
Maturity levels of managing digital transformation project portfolios at Russia's top 10 mining companies by domain of the MZT-Mining model (2025)

Компания	PfM (портфель)	PgM (программы)	PjM (проекты)	RM (риски)	FM (финансы)	MZT (интегральный уровень)*
ГМК «Норильский никель»	4,4	4,2	4,5	4,1	4,3	4,30
ПАО «Полюс»	4,2	4,0	4,3	3,9	4,1	4,10
АК «АЛРОСА» (ПАО)	4,1	4,0	4,2	4,0	4,1	4,08
АО «СУЭК»	4,0	3,7	4,1	3,6	3,8	3,86
ПАО «Северсталь»	3,9	3,8	4,0	3,7	3,8	3,84
ОАО «ХК «Металлоинвест»	3,6	3,4	3,7	3,5	3,5	3,54
ООО «Удоканская медь»	3,4	3,1	3,5	3,0	3,2	3,26
ПАО «ЕВРАЗ»	3,3	3,2	3,5	3,1	3,3	3,28
УК «Кузбассразрезуголь»	3,2	3,0	3,4	2,9	3,1	3,12
ПАО «Распадская»	3,0	2,8	3,1	2,7	2,9	2,90
Среднее по топ-10	3,71	3,52	3,83	3,45	3,61	3,62
Стандартное отклонение	0,49	0,49	0,49	0,51	0,49	0,49

Примечание: * рассчитан с весами 0,25 / 0,20 / 0,25 / 0,15 / 0,15.
Источник: экспертная оценка по публичным отчётам об устойчивом развитии за 2024 г., раскрытиям проектной деятельности и пресс-релизам
Note: * Calculated using the weights of 0.25 / 0.20 / 0.25 / 0.15 / 0.15.
Source: Expert assessment based on public sustainability reports for 2024, disclosures regarding the project activities, and press releases

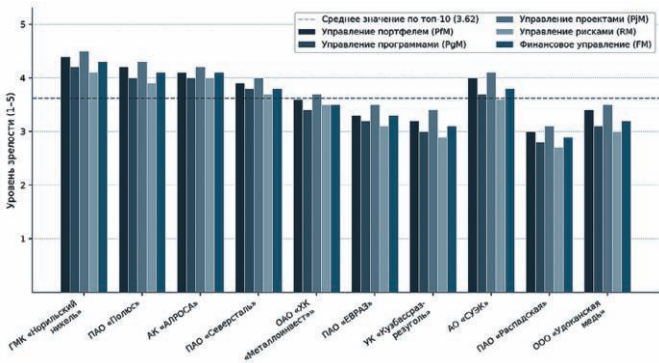


Рис. 1
Профиль уровней зрелости управления портфелем проектов цифровой трансформации в топ-10 горнодобывающих компаниях Российской Федерации по модели MZT-Mining

Fig. 1
A profile of the maturity levels of managing digital transformation project portfolios at top 10 mining companies in the Russian Federation using the MZT-Mining model

оборудования и предиктивного обслуживания. Минимум у ПАО «Распадская» (2,90) – изолированные пилоты буровзрывных работ и шахтной автоматизации: при базовых PфМ (3,0) и PпМ (3,1) – отставание по RM (2,7) и FM (2,9), характерное для перехода со 2-го на 3-й уровень.

Дифференциация по доменам: максимум – PпМ (3,83), минимум – RM (3,45); асимметрия подтверждает роль проектно-исполнительских компетенций как стартовой точки трансформации при ограниченной зрелости риск-менеджмента. Распределение по доменам и компаниям – на рис. 1.

Динамика инвестиций и числа проектов – на рис. 2. Опережающий рост числа проектов над объёмом инвестиций (+141,9% против +76,2%) отражает изменение логики ЦТ: снижение среднего бюджета проекта при кратном росте

Таблица 4
Экономические эффекты от внедрения различных типов проектов цифровой трансформации на предприятиях топ-10 горнодобывающих компаний Российской Федерации (агрегированные диапазоны по 40 кейсам) за 2022–2024 гг.

Тип цифрового проекта	Снижение эксплуатационных расходов, %	Рост производительности труда, %	Сокращение аварийных простоев, %	Снижение травматизма, %*	Период окупаемости, мес.	Число внедрений
Интегрированные системы управления	3–5	3–5	10–15	15–20	30–36	8
Цифровые двойники	3–7	1–2	15–20	20–28	22–30	6
IoT-решения и сенсорные сети	4–6	3–4	15–20	25–32	18–26	10
Системы ИИ и машинного обучения	5–8	4–6	20–25	30–45	12–20	7
Автономное оборудование	8–12	5–10	10–12	40–55	32–42	4
Комплексные цифровые решения**	10–15	8–12	25–30	50–65	24–34	5

Примечание: * по LTIFR на 1 млн чел.-ч для соответствующего производственного участка; ** синергетическая интеграция пяти и более типов проектов с кумулятивным эффектом.
Источник: данные агрегированы по результатам 2022–2024 гг. в топ-10 (АЛРОСА, Норникель, Полиус, Северсталь, СУЭК, Распадская, Металлоинвест, ЕВРАЗ, Удоканская медь, Кузбассразрезуголь).
Note: * based on LTIFR per 1 million man-hours for the corresponding production site; ** Synergistic integration of five or more project types with a cumulative effect.
Source: The data aggregated based on the results of 2022–2024 among the top 10 companies (ALROSA, Norilsk Nickel, Polyus, Severstal, SUEK, Raspadskaya, Metalloinvest, EVRAZ, Udokan Copper, Kuzbassrazrezugol).

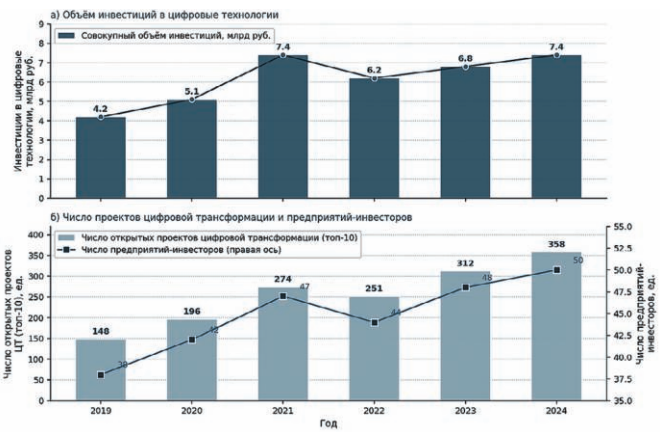


Рис. 2
Динамика объема инвестиций в цифровые технологии (а) и числа открытых проектов цифровой трансформации (б) горнодобывающих предприятий Российской Федерации в 2019–2024 гг.

Fig. 2
Trends in the volume of investments in digital technologies (a) and the number of ongoing digital transformation projects (b) at the mining companies in the Russian Federation, 2019–2024

их числа – переход от «нескольких крупных проектов» к «портфелю распределённых инициатив».

Экономические эффекты по шести типам проектов ЦТ – в табл. 4. Диапазоны отражают вариативность по горно-геологическим условиям и масштабу.

Максимум обеспечивают комплексные решения (OpEx –10–15%, производительность +8–12%, простои –25–30%, травматизм –50–65%) за счёт синергии интеграции. Системы ИИ дают кратчайшую окупаемость (12–20 мес) при низкой капиталоемкости; автономное оборудование – максимальный удельный эффект по OpEx (8–12%) и снижение травматизма 40–55% при окупаемости 32–42 мес [5; 6; 14];

Table 4
Economic effects of implementing various types of digital transformation projects at the top 10 mining companies of the Russian Federation (aggregated ranges based on 40 cases) for 2022–2024

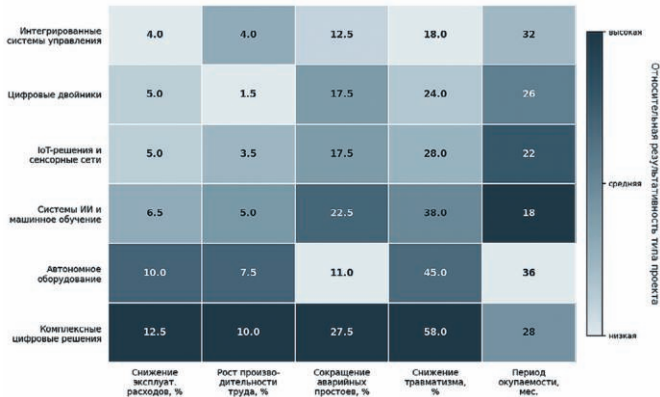


Рис. 3
Матрица «тип проекта цифровой трансформации × категория экономического эффекта»: тепловая карта относительной результативности типов проектов на предприятиях топ-10 горнодобывающих компаний Российской Федерации в 2022–2024 гг.

Fig. 3
The “Digital Transformation Project Type × Economic Impact Category” Matrix: a thermal map of the relative efficiency of the project types at the top 10 mining companies in the Russian Federation in 2022–2024

цифровые двойники – снижение OpEx (3–7%) при сокращении простоев 15–20%. Визуализация – на рис. 3 (среднее диапазона из табл. 4, нормировка к относительной результативности; для окупаемости – инверсия).

Тепловая карта (см. рис. 3) фиксирует «полюс комплексных решений» в нижней строке (высшая интегральная результативность); минимум – у интегрированных систем управления. Закономерность согласуется с выводами М.В. Рыльниковой и соавт. [3] и Н.В. Цхададзе и соавт. [1; 16].

Сопоставление зрелости с экономическими эффектами топ-10 – в табл. 5. ROI портфеля – отношение совокупного эффекта внедрения проектов в 2022–2024 гг. к капиталовложениям; нормированный RP (ниже RP, по всей работе по-разному) элиминирует масштабный эффект и выделяет

удельную эффективность управления. Коэффициент корреляции Пирсона M_{ZT} и ROI: $r = 0,827$ ($p < 0,01$).

Регрессионная модель: $ROI = 41,7 \cdot M_{ZT} - 34,1$ ($R^2 = 0,684$; $F = 17,32$; $p < 0,01$): 68,4% вариации ROI объясняется уровнем зрелости, 31,6% – отраслевой спецификой, структурой активов и макрофакторами; повышение зрелости на 1 балл ассоциировано с приростом ROI на 41,7 пп [12; 13].

Удельная результативность RP обратно зависит от размера CapEx: максимум – ПАО «Распадская» (48,7%/(млрд руб.)) при минимальных инвестициях (1,6 млрд руб.) и минимальном M_{ZT} (2,90) – эффект малой базы, а не «успех управления». Высокий M_{ZT} при умеренном RP (Норникель – 13,1%/(млрд руб.), M_{ZT} 4,30) отражает масштабные капиталоемкие портфели с длительной окупаемостью, тогда как высокий RP при низком M_{ZT} (Кузбассразрезуголь – 43,8%/(млрд руб.), M_{ZT} 3,12) – портфели начальной стадии с быстрыми «низковисящими плодами».

Барьеры и факторы успеха ЦТ в динамике 2023–2024 гг. – в табл. 6 (два исследования «Яков и Партнёры – Цифра», 130 респондентов из 50 компаний); для каждого фактора указан домен MZT-Mining.

Положительная динамика 2024 г. (+3–5 пп по позитивным факторам, –4 пп по скептикам) сопровождается усилением двух барьеров – роста сложности решений (39 → 43%, PgM, RM) и недостатка компетенций (37 → 40%, PjM, PgM) [20]; рост готовности к соинвестированию в ПО (35 → 39%) – признак уровня 4 «управляемый процесс». Результаты согласуются с цифровой повесткой РФ 2023–2025 гг. и процессами в смежных секторах: интеллектуальное управление в угольной отрасли [14], синергетический эффект подземных предприятий [15], маркетинговые тенденции [18], приоритеты развития горнодобывающих территорий [17]; концепция менеджмента цифровых экосистем даёт основу координации участников портфеля [11].

Закключение

Топ-10 горнодобывающих и металлургических компаний РФ формирует устойчивое инвестиционно-проектное лидерство в ЦТ: инвестиции в цифровые технологии

Таблица 5
Сопоставление уровня зрелости управления портфелем проектов цифровой трансформации (MZT) и экономической результативности портфеля (ROI, RP) топ-10 горнодобывающих компаний Российской Федерации за 2022–2024 гг.

Table 5
A comparison of the management maturity level of digital transformation project portfolio (MZT) and the economic performance of the portfolio (ROI, RP) for the top 10 mining companies in the Russian Federation for 2022–2024

Компания	M_{ZT} (уровень зрелости)	CapExCT 2022–2024, млрд руб.*	ROI портфеля ЦТ за период, %**	RP (нормированный), % / млрд руб.***	Ранг (по убыванию ROI)
ГМК «Норильский никель»	4,30	11,80	154	13,1	1
ПАО «Полюс»	4,10	5,40	142	26,3	2
АК «АЛРОСА» (ПАО)	4,08	4,20	138	32,9	3
АО «СУЭК»	3,86	3,60	128	35,6	4
ПАО «Северсталь»	3,84	6,80	124	18,2	5
ОАО «ХК «Металлоинвест»	3,54	5,10	112	22,0	6
ПАО «ЕВРАЗ»	3,28	3,20	102	31,9	7
ООО «Удоканская медь»	3,26	2,40	98	40,8	8
УК «Кузбассразрезуголь»	3,12	2,10	92	43,8	9
ПАО «Распадская»	2,90	1,60	78	48,7	10
Средневзвешенное по топ-10	3,62	4,62	116,8	31,3	–

Примечание: * капвложения в проекты ЦТ за 2022–2024 гг. по отчётам об устойчивом развитии; ** рассчитано по формуле (2) при CapExCT за 2024 г.; *** % ROI на 1 млрд руб. инвестиций.
Note: * Capital expenditures on digital transformation (DT) projects for 2022–2024, according to sustainability reports; ** Calculated using formula (2) based on CapExCT for 2024; *** % ROI per 1 billion Rubles invested.

Таблица 6
Барьеры и факторы успеха цифровой трансформации в
горнодобывающей отрасли Российской Федерации: динамика
2023–2024 гг. и соответствие доменам модели MZT-Mining

Фактор / Барьер	2023, % компаний	2024, % компаний	Δ, пп	Соответствующий домен M _{ZT} -Mining*
Прогноз выхода в мировые лидеры цифровизации	20	25	+5	PfM
Ожидание усиления технологического разрыва (скептики)	48	44	–4	PfM
Прогноз значит. сокращения издержек (горизонт 5 лет)	58	63	+5	FM
Прогноз увеличения объёма производства	47	50	+3	PjM
Компании, достигающие плановых целей цифровизации	48	52	+4	PjM
Барьер: рост сложности внедряемых решений	39	43	+4	PgM, RM
Барьер: недостаток компетенций	37	40	+3	PjM, PgM
Готовность к соинвестированию в создание ПО	35	39	+4	PfM, FM

Примечание: * показывает прямую связь барьеров с управленческими инструментами.
Источник: Составлено по данным опросов топ-менеджеров в рамках исследования «Цифровизация горно-металлургической отрасли России в 2024 году» («Яков и Партнёры» совместно с ГК «Цифра», 2023 и 2024 гг.; 130 респондентов из 50 компаний).
Note: * indicates a direct link between the barriers and management tools.
Source: Compiled based on data from surveys of top executives as part of the study entitled “Digitalization of Russia’s Mining and Metallurgy Industry in 2024” (Yakov & Partners in collaboration with the Zyfra Group, 2023 and 2024; 130 respondents from 50 companies).

выросли с 4,2 до 7,4 млрд руб. (2019–2024 гг., +76,2%), число открытых проектов – со 148 до 358 (+141,9%), доля промышленной эксплуатации – с 12,8 до 37,2% (+24,4 пп), средняя длительность от пилота до неё – с 34,5 до 25,8 мес (–25,2%). Авторская модель MZT-Mining (логика РЗМЗ, расширенная до пяти доменов PfM, PgM, PjM, RM, FM) обеспечивает отраслевую адаптацию, учёт длительных циклов активов (10–25 лет) и связь с KPI, закрывая разрыв ОРМЗ, ГОСТ Р ИСО 21500–2014 и CMMI for Services.

Бенчмаркинг топ-10 по MZT-Mining дал среднюю зрелость 3,62 (СКО 0,49; размах 2,90–4,30), уровень «определённый – управляемый процесс» (3–4); максимум – PjM (3,83), минимум – RM (3,45). Анализ 40 кейсов 2022–2024 гг. подтвердил наибольшую результативность комплексных решений и кратчайшую окупаемость систем ИИ, что указывает на роль системной интеграции.

Регрессионная модель $ROI = 41,7 \cdot MZT - 34,1$ ($R^2 = 0,684$; $F = 17,32$; $p < 0,01$; $r = 0,827$) объясняет 68,4% вариации ROI; рост зрелости на 1 балл даёт +41,7 п.п. ROI – подтверждение гипотезы. Анализ барьеров (130 респондентов из 50 компаний) выявил три критические зоны: рост сложности решений (39 → 43%, PgM, RM), недостаток компетенций

(37 → 40%, PjM, PgM) и ограниченную готовность к соинвестированию в отраслевое ПО (39% в 2024 г., PfM, FM); «компетентностно-партнёрская» проблема требует структурной трансформации проектного контура, а не роста капвложений [21]. Сценарный анализ (веса ±5 пп) подтвердил устойчивость рейтинга: первые шесть мест неизменны, перестановки – только в нижней половине (Удоканская медь – ЕВРАЗ).

Управленческие импликации – три шага: 1) выделенный проектный офис ЦТ с CFO-контуром и формализованной портфельной структурой (уровень 4 «управляемый процесс») с регулярным аудитом зрелости и интеграцией со стратегическими KPI; 2) развёртывание модели MZT-Mining как инструмента ежегодной самооценки и бенчмаркинга с включением интегральной зрелости в нефинансовую отчётность (в продолжение RAEX-RR и АКРА) [22]; 3) межкорпоративные консорциумы по разработке российского ПО для горнодобычи с инструментами соинвестирования (39% компаний, готовых в 2024 г.) [23]. Это обеспечит переход отрасли от инвестиционного лидерства в ЦТ к операционной интеграции, где проектное управление становится драйвером стратегической результативности.

Список литературы / References

1. Цхададзе Н.В., Кучковская Н.В., Бондаренко М.П., Фролова В.Б., Лазарев М.П. Разработка интеллектуальной системы управления жизненным циклом горнодобывающего предприятия на основе технологий индустрии 4.0 и циркулярной экономики. *Горная промышленность*. 2024;(5S):12–20. <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2024-5S-12-20>
Tskhadadze N.V., Kuchkovskaya N.V., Bondarenko M.P., Frolova V.B., Lazarev M.P. Designing a smart life cycle management system for a mining enterprise based on Industry 4.0 and circular economy technologies. *Russian Mining Industry*. 2024;(5S):12–20. (In Russ.) <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2024-5S-12-20>

2. Кучковская Н.В. Экономическая эффективность цифровой трансформации горнодобывающих предприятий в условиях технологической модернизации и решений Индустрии 4.0. *Горная промышленность*. 2025;(6):88–96. <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2025-6-88-96>
Kuchkovskaya N.V. Economic efficiency of digital transformation of mining companies in conditions of technological modernization and Industry 4.0 solutions. *Russian Mining Industry*. 2025;(6):88–96. (In Russ.) <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2025-6-88-96>

3. Рыльникова М.В., Струков К.И., Радченко Д.Н., Есина Е.Н. Цифровая трансформация – условие и основа устойчивого развития горнотехнических систем. *Горная промышленность*. 2021;(3):74–78. <https://doi.org/10.30686/1609-91922021-3-74-78>
Rylnikova M.V., Strukov K.I., Radchenko D.N., Esina E.N. Digital transformation: a prerequisite and foundation for sustainable development of mining operations. *Russian Mining Industry*. 2021;(3):74–78. (In Russ.) <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2021-3-74-78>

4. Лукичев С.В. Цифровое прошлое, настоящее и будущее горнодобывающих предприятий. *Горная промышленность*. 2021;(4):73–79. <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2021-4-73-79>
Lukichev S.V. Digital past, present, and future of mining industry. *Gornaya promyshlennost = Russian Mining Industry*. 2021;(4):73–79. (In Russ.) <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2021-4-73-79>
5. Борисова О.В., Древинг С.Р., Лосева О.В., Федотова М.А. Меры финансовой господдержки и риск-факторы, влияющие на стоимость инвестиционных проектов по внедрению промышленных робототехнических комплексов. *Финансы: теория и практика*. 2025;29(3):20–34. <https://doi.org/10.26794/2587-5671-2025-29-3-20-34>
Borisova O.V., Drevling S.R., Loseva O.V., Fedotova M.A. State financial support measures and risk factors affecting the cost of investment projects for the introduction of industrial robotic complex. *Finance: Theory and Practice*. 2025;29(3):20–34. <https://doi.org/10.26794/2587-5671-2025-29-3-20-34>
6. Харченко К.В., Зубец А.Ж., Москвитина Е.И., Бабаян Л.М., Лаффак А.М. Анализ эффективности внедрения предиктивного обслуживания горнодобывающего оборудования на основе технологий Индустрии 4.0. *Горная промышленность*. 2024;(4):130–138. <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2024-4-130-138>
Kharchenko K.V., Zubets A.Zh., Moskvitina E.I., Babayan L.K., Laffah A.M. Analyzing the efficiency of implementing predictive maintenance of mining equipment based on Industry 4.0 technologies. *Russian Mining Industry*. 2024;(4):130–138. (In Russ.) <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2024-4-130-138>
7. Сулимов М.Ю. Цифровая трансформация в горнодобывающем секторе России: особенности и стратегические подходы. *Горная промышленность*. 2025;(4):104–108. <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2025-4-104-108>
Sulimov M.Yu. Digital transformation in the Russian mining sector: specific features and strategic approaches. *Russian Mining Industry*. 2025;(4):104–108. (In Russ.) <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2025-4-104-108>
8. Лукичев С.В., Наговицын О.В. Цифровая трансформация и технологическая независимость горнодобывающей отрасли. *Горная промышленность*. 2022;(5):74–78. <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2022-5-74-78>
Lukichev S.V., Nagovitsyn O.V. Digital transformation and technological independence of the mining industry. *Russian Mining Industry*. 2022;(5):74–78. (In Russ.) <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2022-5-74-78>
9. Лукичев С.В., Наговицын О.В. Цифровая трансформация горнодобывающей промышленности: прошлое, настоящее, будущее. *Горный журнал*. 2020;(9):13–18. <https://doi.org/10.17580/gzh.2020.09.01>
Lukichev S.V., Nagovitsyn O.V. Digital transformation of mining industry: Past, Present and Future. *Gornyi Zhurnal*. 2020;(9):13–18. (In Russ.) <https://doi.org/10.17580/gzh.2020.09.01>
10. Балашов А.М. Внедрение современных цифровых технологий на горнодобывающих предприятиях. *Горная промышленность*. 2022;(6):83–86. <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2022-6-83-86>
Balashov A.M. Introduction of modern digital technologies at mining enterprises. *Russian Mining Industry*. 2022;(6):83–86. (In Russ.) <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2022-6-83-86>
11. Шаймиева Э.Ш., Гумерова Г.И., Хакимова Р.Н. Исследование цифровых экосистем через разработку концепции менеджмента стартапа креативных индустрий. *Вопросы инновационной экономики*. 2024;14(1):37–54. <https://doi.org/10.18334/vinec.14.1.119772>
Shaymieva E.S., Gumerova G.I., Khakimova R.N. Studying digital ecosystems by developing the concept of creative industries start-up management. *Russian Journal of Innovation Economics*. 2024;14(1):37–54. (In Russ.) <https://doi.org/10.18334/vinec.14.1.119772>
12. Рождественская И.А., Беляев А.М., Лукичев К.Е., Зубенко А.В., Лаффак А.М. Разработка интеллектуальных распределённых систем хранения и анализа данных для оптимизации горного производства и управления угольной добычей. *Горная промышленность*. 2025;(2):56–64. <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2025-2-56-64>
Rozhdestvenskaya I.A., Belyaev A.M., Lukichev K.E., Zubenko A.V., Laffakh A.M. Development of smart distributed data storage and analysis systems for optimization of mining operations and coal mining management. *Russian Mining Industry*. 2025;(2):56–64. (In Russ.) <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2025-2-56-64>
13. Савон Д.Ю., Шкарупета Е.В., Сафронов А.Е., Анисимов А.Ю., Вихрова Н.О. Цифровая трансформация производственных процессов и бизнес-моделей горнодобывающей промышленности в условиях рыночной нестабильности. *Уголь*. 2021;(2):32–37. <https://doi.org/10.18796/0041-5790-2021-2-32-37>
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):32–37. (In Russ.) <https://doi.org/10.18796/0041-5790-2021-2-32-37>
14. Кудрявцев В.Л., Забайкин Ю.В., Арсаханова З.А., Чумакова О.В. Интеллектуальное управление и автоматизированное регулирование в угольной промышленности: трансформация технологических систем в эпоху цифровизации. *Горная промышленность*. 2025;(3):153–163. <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2025-3-153-163>
Kudryavtsev V.L., Zabaikin Yu.V., Arsakhanova Z.A., Chumakova O.V. Smart control and automated regulation in the coal industry: transforming industrial process systems in the digital age. *Russian Mining Industry*. 2025;(3):153–163. (In Russ.) <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2025-3-153-163>
15. Журавков М.Л., Николаев А.В., Кычкин А.В., Пресняков А.А. Исследование инструментов цифровых трансформаций подземных горнодобывающих предприятий в аспекте управления спросом на электроэнергию. *Уголь*. 2023;(9):55–62. <https://doi.org/10.18796/0041-5790-2023-9-55-62>
Zhuravkov M.L., Nikolaev A.V., Kychkin A.V., Presnyakov A.A. Research of the digital transformation tools for the underground mining enterprises from an electricity demand response perspective. *Ugol'*. 2023;(9):55–62. (In Russ.) <https://doi.org/10.18796/0041-5790-2023-9-55-62>
16. Цхададзе Н.В., Кудряшов А.Л., Кучковская Н.В., Фролова В.Б., Лазарев М.П. Исследование влияния внедрения практик устойчивого развития на экологическую и социально-экономическую ответственность горнодобывающих компаний России. *Горная промышленность*. 2024;(5S):130–136. <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2024-5S-130-136>
Tskhadadze N.V., Kudryashov A.L., Kuchkovskaya N.V., Frolova V.B., Lazarev M.P. Studying the effects of implementing sustainable development practices on the environmental, social and economic responsibility of mining companies in Russia. *Russian Mining Industry*. 2024;(5S):130–136. (In Russ.) <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2024-5S-130-136>

17. Никитенко С.М., Гоосен Е.В., Каган Е.С. Оценка приоритетности направлений инновационно-технологического развития горнодобывающих территорий. *Устойчивое развитие горных территорий*. 2025;17(1):282–294. <https://doi.org/10.21177/1998-4502-2025-17-1-282-294>
Nikitenko S.M., Goosen E.V., Kagan E.S. Assessment of innovative and technological development priority of mining territories. *Sustainable Development of Mountain Territories*. 2025;17(1):282–294. (In Russ.) <https://doi.org/10.21177/1998-4502-2025-17-1-282-294>
18. Карпова С.В., Устинова О.Е. Технологические и маркетинговые тенденции в горнодобывающей промышленности. *Горная промышленность*. 2025;(3):170–179. <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2025-3-170-179>
Karpova S.V., Ustinova O.E. Technological and marketing trends in the mining industry. *Russian Mining Industry*. 2025;(3):170–179. (In Russ.) <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2025-3-170-179>
19. Музалёв С.В., Абдикеев Н.М., Оболенская Л.В. Совершенствование системы критериев оценки результативности промышленной политики России в условиях санкционного давления. *Финансы: теория и практика*. 2025;29(4):6–18. <https://doi.org/10.26794/2587-5671-2025-29-4-6-18>
Muzalyov S.V., Abdikeev N.M., Obolenskaya L.V. Improving the system of criteria for evaluating the effectiveness of Russia's industrial policy under sanctions pressure. *Finance: Theory and Practice*. 2025;29(4):6–18. <https://doi.org/10.26794/2587-5671-2025-29-4-6-18>
20. Этуев Х.Х., Швиндт А.Н., Фролова О.В., Максимова М.В. Методический подход к формированию матрицы компетенций под запросы цифровой экономики. *Вопросы образования*. 2023;(2):214–240. <https://doi.org/10.17323/1814-9545-2023-2-214-240>
Etuev Kh.Kh., Shvindt A.N., Frolova O.V., Maximova M.V. A methodological approach to design a competency matrix for the digital economy. *Educational Studies Moscow*. 2023;(2):214–240. (In Russ.) <https://doi.org/10.17323/1814-9545-2023-2-214-240>
21. Неизвестный С.И., Славин Б.Б., Кучмезов Х.Х. Андрагогика трансформации мышления в менеджменте в цифровую эпоху. *Открытое образование*. 2023;27(5):45–56. <https://doi.org/10.21686/1818-4243-2023-5-45-56>
Neizvestny S.I., Slavin B.B., Kuchmезov Kh.Kh. Andragogy of the transformation of thinking in management in the digital age. *Open Education*. 2023;27(5):45–56. (In Russ.) <https://doi.org/10.21686/1818-4243-2023-5-45-56>
22. Chernikova L.I., Egorova D.A., Melikhov K.S., Yashchenko A.I. The interdependence of environmental activities and investment attractiveness: finances of Russian metallurgy. *Finance: Theory and Practice*. 2023;27(4):42–53. <https://doi.org/10.26794/2587-5671-2023-27-4-42-53>
23. Федорова Е.А., Невредин А.Р., Мелихов К.С., Ященко А.И. Влияние импортозамещения на рост производства минеральных продуктов и металлургии: краткосрочное и долгосрочное прогнозирование базовых отраслей национального хозяйства. *Финансы: теория и практика*. 2023;27(6):17–30. <https://doi.org/10.26794/2587-5671-2023-27-6-17-30>
Fedorova E.A., Nevredinov A.R., Melikhov K.S., Yashchenko A.I. Import substitution impact on growth of production of mineral products and metallurgy: short-term and long-term forecasting of basic sectors of the national economy. *Finance: Theory and Practice*. 2023;27(6):17–30. <https://doi.org/10.26794/2587-5671-2023-27-6-17-30>

Информация об авторах

Трифонов Иван Владимирович – доктор технических наук, профессор кафедры общего и проектного менеджмента факультета «Высшая школа управления», Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, г. Москва, Российская Федерация; <https://orcid.org/0000-0002-3278-6197>; e-mail: ivan91169@mail.ru

Баркова Наталья Юрьевна – кандидат экономических наук, доцент кафедры общего и проектного менеджмента факультета «Высшая школа управления», Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, г. Москва, Российская Федерация; <https://orcid.org/0000-0002-6583-8950>; e-mail: NYUBarkova@fa.ru

Музыкова Елена Владимировна – доцент кафедры математики и анализа данных факультета информационных технологий и анализа больших данных, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, г. Москва, Российская Федерация; <https://orcid.org/0009-0000-5104-0078>; e-mail: evmuzyukova@fa.ru

Шаймиева Эльмира Шамилевна – доктор экономических наук, профессор кафедры управления, Казанский инновационный университет им. В.Г. Тимирязова, г. Казань, Российская Федерация; <https://orcid.org/0000-0002-9588-0199>; e-mail: shaimieva@ieml.ru

Information about the authors

Ivan V. Trifonov – Dr. Sci. (Eng.), Professor of the Department of General and Project Management, Faculty of Higher School of Management, Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation; <https://orcid.org/0000-0002-3278-6197>; e-mail: ivan91169@mail.ru

Natalya Yu. Barkova – Cand. Sci. (Econ.), Associate Professor of the Department of General and Project Management, Faculty of Higher School of Management, Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation; <https://orcid.org/0000-0002-6583-8950>; e-mail: NYUBarkova@fa.ru

Elena V. Muzyukova – Associate Professor of the Department of Mathematics and Data Analysis, Faculty of Information Technology and Big Data Analysis, Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation; <https://orcid.org/0009-0000-5104-0078>; e-mail: evmuzyukova@fa.ru

Elmira Sh. Shaimieva – Dr. Sci. (Econ.), Professor of the Department of Management, Kazan Innovative University named after V.G. Timiryasov, Kazan, Russian Federation; <https://orcid.org/0000-0002-9588-0199>; e-mail: shaimieva@ieml.ru

Article info

Received: 08.03.2026

Revised: 02.06.2026

Accepted: 15.06.2026

Информация о статье

Поступила в редакцию: 08.03.2026

Поступила после рецензирования: 02.06.2026

Принята к публикации: 15.06.2026