

Факторы успеха инновационных проектов промышленных предприятий в условиях цифровой трансформации: опыт металлообрабатывающих предприятий РФ

Factors of success of innovative projects in industry in the context of digital transformation: experience of metalworking enterprises in the Russian Federation



С. Н. Яшин,

д. э. н., профессор, зам. директора института-филиала, Нижегородский институт управления – филиал РАНХиГС, зав. кафедрой/зав. научно-исследовательской лабораторией искусственного интеллекта в инновационном развитии (НИЛ ИИИР), Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева (НГТУ)
✉ jashinsn@yandex.ru

S. N. Yashin,

doctor of economics, professor, head of the department/head of the Research laboratory of artificial intelligence in innovative development (RL AIID), Nizhny Novgorod state technical university n. a. R. E. Alekseyev (NSTU)



С. В. Ошурин,

аспирант
✉ oshurin52@bk.ru

S. V. Oshurin,

postgraduate student

Кафедра менеджмента и государственного управления, Институт экономики, Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского
Department of management and public administration, Institute of economics, National research Lobachevsky state university of Nizhny Novgorod

В условиях современных геополитических и технологических вызовов инновационное развитие становится ключевым условием конкурентоспособности металлообрабатывающей промышленности РФ. В статье решается проблема выявления и систематизации специфических факторов, определяющих успех инновационных проектов в данной капиталоемкой и консервативной отрасли. Актуальность исследования обусловлена необходимостью адаптации промышленных гигантов к требованиям «Индустрии 4.0» и задачам импортозамещения. Цель работы — определить и охарактеризовать ключевые факторы успеха инновационных проектов на металлообрабатывающих предприятиях с учетом отраслевой специфики и цифровой трансформации. Методология исследования включает анализ статистических данных (Росстат, НИУ ВШЭ), кейс-стади ведущих российских компаний (ПАО «Северсталь», ГМК «Норильский никель», ТМК) и обзор научной литературы по теме управления инновациями в промышленности. Результаты: Установлено, что наряду с универсальными факторами, решающую роль в металлообработке играют их отраслевые проявления: 1) стратегическое управление инвестициями в условиях высокой капиталоемкости; 2) развитие кадрового потенциала с фокусом на гибридные компетенции (металлургия + data science); 3) глубокая интеграция сквозных цифровых технологий (IIoT, ИИ, цифровые двойники) в производственные циклы; 4) формирование адаптивной организационной культуры для преодоления отраслевого консерватизма. Научная значимость работы состоит в дополнении существующих теорий управления инновациями путем предложения отраслевой модели факторов успеха, адаптированной для капиталоемких производств в условиях цифровой трансформации. Выводы: Успех инноваций в металлообработке зависит не столько от наличия ресурсов, сколько от способности управлять ими в специфических условиях отрасли. Комплексный подход, сочетающий долгосрочное инвестиционное планирование, целенаправленную подготовку кадров, внедрение технологий «Индустрии 4.0» и развитие культуры открытых инноваций, является основой для технологического суверенитета и устойчивого развития предприятий.

In the context of modern geopolitical and technological challenges, innovative development becomes a key condition for the competitiveness of the Russian metalworking industry. The article addresses the problem of identifying and systematizing specific factors that determine the success of innovative projects in this capital-intensive and conservative sector. The relevance of the study stems from the need for industrial giants to adapt to the requirements of Industry 4.0 and the goals of import substitution. The purpose of the work is to identify and characterize the key success factors for innovative projects at metalworking enterprises, considering industry specifics and digital transformation. The methodology includes the analysis of statistical data (Rosstat, HSE), case studies of leading Russian companies (Severstal, Nor Nickel, TMK), and a review of scientific literature on innovation management in industry. Results: It was established that alongside universal factors, their industry-specific manifestations play a decisive role in metalworking: 1) strategic investment management under high capital intensity; 2) human capital development with a focus on hybrid competencies (metallurgy + data science); 3) deep integration of end-to-end digital technologies (IIoT, AI, digital twins) into production cycles; 4) formation of an adaptive organizational culture to overcome industry conservatism. Scientific significance of the work lies in supplementing existing theories of innovation management by proposing an industry-specific model of success factors adapted for capital-intensive industries undergoing digital transformation. Conclusion: The success of innovation in metalworking depends not so much on the availability of resources as on the ability to manage them in the specific conditions of the industry. An integrated approach combining long-term investment planning, targeted personnel training, implementation of Industry 4.0 technologies, and development of an open innovation culture is the basis for technological sovereignty and sustainable development of enterprises.

Ключевые слова: инновационные проекты, металлообработка, цифровая трансформация, факторы успеха, «Индустрия 4.0», инновационная активность, управление инновациями, промышленность.

Keywords: innovative projects, metalworking, digital transformation, success factors, Industry 4.0, innovation activity, innovation management, industry.

Введение

Современная глобальная экономика переживает фазу глубокой трансформации, обусловленной переходом к четвертому технологическому укладу, известному как «Индустрия 4.0» [1, 13]. Этот переход характеризуется повсеместным внедрением киберфизических систем, искусственного интеллекта (ИИ), промышленного интернета вещей (IIoT) и анализа больших данных (Big Data) в производственные процессы [1]. Для базовых, системообразующих отраслей, таких как металлообработка, эта трансформация является не просто технологическим обновлением, а фундаментальным сдвигом бизнес-модели. Одновременно с этим ужесточаются глобальные требования в области устойчивого развития (ESG), в частности, по декарбонизации производства, что требует от металлургов поиска и внедрения прорывных «зеленых» инноваций.

На этом фоне российская промышленность сталкивается с дополнительным комплексом вызовов, связанных с необходимостью обеспечения технологического суверенитета и ускоренного импортозамещения в ключевых отраслях. Реализация национальных стратегических программ, таких как «Экономика данных и цифровая трансформация государства», ставит перед промышленными предприятиями амбициозную задачу — не просто догнать, но и в ряде областей опередить мировых конкурентов за счет форсированного инновационного развития [8]. В этих условиях металлообрабатывающая промышленность, являясь основой для машиностроения, оборонно-промышленного комплекса, строительства и транспорта, приобретает статус стратегического плацдарма для обеспечения экономической безопасности и устойчивости страны. Успешность ее развития напрямую зависит от способности предприятий генерировать, адаптировать и коммерциализировать инновационные проекты [6, 7].

Однако прямое применение универсальных моделей управления инновациями, успешно апробированных в высокотехнологичных или сервисных секторах, в металлообработке оказывается малоэффективным. Данная отрасль обладает рядом фундаментальных особенностей, которые кардинально меняют условия и логику инновационной деятельности. Во-первых, это высочайшая капиталоемкость и длительные инвестиционные циклы. Внедрение инноваций здесь зачастую сопряжено с модернизацией или заменой производственных активов стоимостью в сотни миллионов и даже миллиарды рублей (например, прокатных станов, доменных печей), срок службы которых исчисляется десятилетиями [19]. Это формирует высокие инвестиционные риски и требует особого подхода к стратегическому планированию. Во-вторых, повышенные требования к надежности и безопасности производства. Цена ошибки в металлургии несоизмеримо выше, чем в большинстве других отраслей, что порождает обоснованный технологический консерватизм и замедляет внедрение непроверенных решений [6, 17]. В-третьих, сложность и многостадийность производственных процессов, где инновация на одном участке (напри-

мер, в сталеплавильном производстве) может вызвать непредсказуемые эффекты на последующих переделах (прокатка, финишная обработка).

Эти особенности формируют научную проблему, которая и находится в фокусе настоящего исследования. В научной литературе накоплен значительный массив работ, посвященных проблемам инновационного развития промышленных предприятий. Авторы справедливо указывают на такие барьеры, как недостаток финансирования, дефицит квалифицированных кадров и организационная инерция [6, 7, 17]. Однако большинство исследований либо рассматривают эти проблемы в общем, межотраслевом контексте, либо фокусируются на организационно-экономических аспектах, не углубляясь в специфику их преломления в условиях конкретной отрасли, особенно такой консервативной и капиталоемкой, как металлообработка. Остается открытым вопрос: каким образом специфические характеристики металлообрабатывающей отрасли трансформируют действие универсальных факторов успеха и какие уникальные механизмы управления обеспечивают результативность инноваций в этом секторе? Например, чем отличается управление кадровым потенциалом в IT-компаниях от аналогичной задачи на металлургическом комбинате в эпоху цифровизации? Ответы на эти вопросы имеют не только теоретическую, но и высокую практическую значимость.

Научная значимость исследования состоит в разработке отраслевой модели факторов успеха инновационных проектов, адаптированной для капиталоемких производств в условиях цифровой трансформации. В отличие от существующих универсальных теорий управления инновациями, данная работа не просто констатирует важность финансов, кадров или технологий, а раскрывает специфический механизм их трансформации под влиянием отраслевых особенностей (высокая капиталоемкость, технологический консерватизм, длительные инвестиционные циклы). Таким образом, исследование дополняет теорию управления инновациями, предлагая концептуальную рамку, которая объясняет, почему прямое заимствование управленческих моделей из других секторов оказывается неэффективным, и какие именно адаптационные механизмы являются ключевыми для успеха в тяжелой промышленности.

Таким образом, актуальность данного исследования определяется необходимостью заполнить указанную научную лауну и вооружить руководителей промышленных предприятий научно обоснованным инструментарием для принятия решений в области инновационного развития, адаптированным к реалиям металлообрабатывающей отрасли.

Цель исследования — выявить, систематизировать и охарактеризовать ключевые факторы успеха инновационных проектов на российских металлообрабатывающих предприятиях с учетом их отраслевой специфики в условиях цифровой трансформации.

Объектом исследования выступает инновационная деятельность промышленных предприятий металлообрабатывающего комплекса Российской Федерации.

Предметом исследования являются специфические факторы (финансовые, кадровые, технологические, организационные) и механизмы управления, определяющие успешность реализации инновационных проектов в данной отрасли.

Методология исследования

Для достижения поставленной цели и обеспечения комплексности и достоверности выводов было проведено исследование, основанное на сочетании трех взаимодополняющих методов: количественного анализа статистических данных (на основе источников [5, 6, 10, 13]), качественного анализа тематических кейсов (case study) (на основе источников [3, 4, 11, 12, 14-16]) и системного анализа научной литературы (на основе источников [1, 2, 7-9, 17-21]). Такой триангуляционный подход позволил не только выявить общие тенденции, но и глубоко проникнуть в специфику инновационных процессов, характерных для металлообрабатывающей отрасли.

На первом этапе исследования был проведен анализ макроэкономических и отраслевых показателей инновационной деятельности в Российской Федерации. Этот метод был необходим для формирования объективного количественного контекста, отражающего динамику, масштабы и структуру инноваций в промышленности. В качестве основных источников данных были использованы:

- Официальные данные Федеральной службы государственной статистики (Росстат), в частности, статистические бюллетени по инновационной деятельности.
- Ежегодные статистические сборники Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» (НИУ ВШЭ) из серии «Индикаторы инновационной деятельности».
- Аналитические доклады и экспресс-информация Института статистических исследований и экономики знаний (ИСИЭЗ) НИУ ВШЭ.

Временной охват анализа составил период с 2022 по 2025 гг. (включая прогнозные данные). Выбор данного периода обусловлен его значимостью: он отражает тренды инновационной активности после пандемии COVID-19 и в условиях адаптации российской экономики к новым геополитическим реалиям и санкционным ограничениям. Анализ был сфокусирован на следующих ключевых показателях: уровень инновационной активности организаций (доля предприятий, осуществлявших инновации), объем отгруженной инновационной продукции, а также интенсивность затрат на технологические инновации. Сравнительный анализ этих показателей по экономике в целом, обрабатывающей промышленности и непосредственно в металлообработке позволил определить место отрасли в инновационном ландшафте страны и выявить ключевые статистические разрывы, требующие дальнейшего качественного объяснения.

Для перехода от количественных показателей к качественному анализу механизмов успеха был использован метод тематического исследования. Он позволил

на конкретных примерах изучить, «как» и «почему» инновационные проекты становятся успешными в специфических условиях металлообрабатывающей отрасли. Для анализа были выбраны три ведущие российские компании, являющиеся признанными лидерами в области технологической модернизации и цифровизации:

- ПАО «Северсталь»: как пример передовой компании в черной металлургии, активно внедряющей цифровые двойники, ИИ и инструменты открытых инноваций.
- ПАО «ГМК Норильский никель»: как представитель сектора цветной металлургии, реализующий комплексную программу «Технологический прорыв» и делающий акцент на роботизации и повышении безопасности производства.
- ПАО «Трубная Металлургическая Компания» (ТМК): как лидер трубной промышленности, успешно использующий модель корпоративного акселератора для интеграции внешних стартапов и инновационных решений.

Выбор данных компаний обусловлен их репрезентативностью, масштабом деятельности, а также доступностью информации об их инновационных стратегиях в публичных источниках (годовые и социальные отчеты, официальные сайты, пресс-релизы, интервью топ-менеджеров). Анализ кейсов был сфокусирован на выявлении конкретных управленческих практик, связанных с финансированием НИОКР, развитием кадрового потенциала, внедрением сквозных цифровых технологий и формированием инновационной организационной культуры.

Третьим элементом методологии стал системный анализ релевантных научных публикаций, который позволил сформировать теоретическую рамку исследования и сопоставить полученные эмпирические результаты с существующими научными концепциями. Изучение работ отечественных и зарубежных авторов проводилось по нескольким ключевым направлениям:

- Теория управления инновациями: для определения ключевых понятий, классификации инноваций и факторов, влияющих на их успешность. Здесь были проанализированы работы, вскрывающие общие проблемы внедрения инноваций на промышленных предприятиях.
- Цифровая трансформация промышленности: для понимания сущности и особенностей «Индустрии 4.0», а также проблем и перспектив цифровизации российских предприятий.
- Экономика и управление в металлургии: для выявления отраслевой специфики, анализа инвестиционных процессов и стратегического управления в отрасли.

Этот метод позволил обеспечить теоретическую обоснованность выводов и вписать результаты исследования в более широкий научный контекст, подчеркнув их новизну и значимость.

Таким образом, комплексное применение трех описанных методов позволило провести всесторонний анализ проблемы, обеспечив как широту охвата за счет

статистических данных, так и глубину понимания за счет изучения конкретных кейсов и опоры на фундаментальные научные концепции.

Результаты исследования

В данном разделе представлены результаты исследования, структурированные в соответствии с заявленной методологией. Сначала приводится анализ общих тенденций инновационной активности в отрасли на основе статистических данных, что позволяет очертить макроэкономический контекст. Затем, на основе анализа кейсов и научной литературы, детально рассматриваются четыре ключевых фактора успеха инновационных проектов, раскрывается их специфическое содержание и проявление в реалиях металлообрабатывающей промышленности.

Количественный анализ статистических данных позволяет зафиксировать умеренно-позитивную динамику инновационной активности в российском промышленном секторе. Динамика этого показателя наглядно представлена на рис. 1.

Как видно из данных НИУ ВШЭ, после непродолжительного спада в 2022 г., когда доля инновационно-активных организаций опустилась до 11%, с 2023 г. наблюдается устойчивое восстановление. В 2023 г. показатель достиг 13,2%, а прогноз на 2025 г. предполагает его дальнейший рост до 15,7% [5]. Этот рост во многом обусловлен адаптацией бизнеса к новым условиям и активизацией мер государственной поддержки [13].

Однако при этом сохраняются значительные отраслевые диспропорции. Обрабатывающая промышленность традиционно выступает локомотивом инноваций, демонстрируя в 2023 г. уровень активности в 22,5%, что в разы превышает показатели строительства (5,2%) или сельского хозяйства (9,4%) [5, 6]. Внутри самого обрабатывающего сектора металлообрабатывающие и металлургические предприятия занимают срединное положение с уровнем инновационной активности в диапазоне 12-16% [5, 10].

Не менее важным индикатором является объем инновационной продукции. Здесь также наблюдается положительная динамика в абсолютных значениях, что отражено на рис. 2.

Совокупный объем вырос с 6,37 трлн руб. в 2022 г. до 8,3 трлн руб. в 2023 г., причем более половины этого объема (около 4,9 трлн руб.) было обеспечено именно предприятиями обрабатывающей промышленности [10]. Тем не менее, доля инновационной продукции в общем объеме отгруженных товаров остается на относительно невысоком уровне — около 7-8% [5, 10]. Этот показатель является ключевым индикатором проблемы: несмотря на рост затрат и числа инновационных проектов, их итоговая коммерциализация и рыночная отдача все еще недостаточны.

Представленные статистические данные формируют важный контекст, однако они лишь констатируют наличие трендов и проблем, не отвечая на вопрос о причинах их возникновения. Чтобы понять, почему одни инновационные проекты в металлообработке достигают успеха, а другие — нет, необходимо перейти от количественного анализа к качественному и рассмотреть специфические факторы, определяющие эффективность инновационной деятельности в данной отрасли.

Проведенный анализ кейсов ведущих компаний и научной литературы позволил выделить четыре взаимосвязанные группы факторов, которые в условиях металлообработки приобретают особое, специфическое значение. Успех определяется не просто их наличием, а способностью менеджмента адаптировать их к уникальным отраслевым реалиям.

Фактор 1. Стратегическое управление инвестициями в условиях высокой капиталоемкости.

Финансовое обеспечение является универсальным фактором успеха для любых инноваций, однако в металлообработке его природа кардинально иная. Если для IT-стартапа ключевые затраты — это фонд оплаты труда программистов, то для металлургического комбината — это многомиллиардные инвестиции в «тяжелую» инфраструктуру. Внедрение технологии нового поколения, например, установки беспылевой

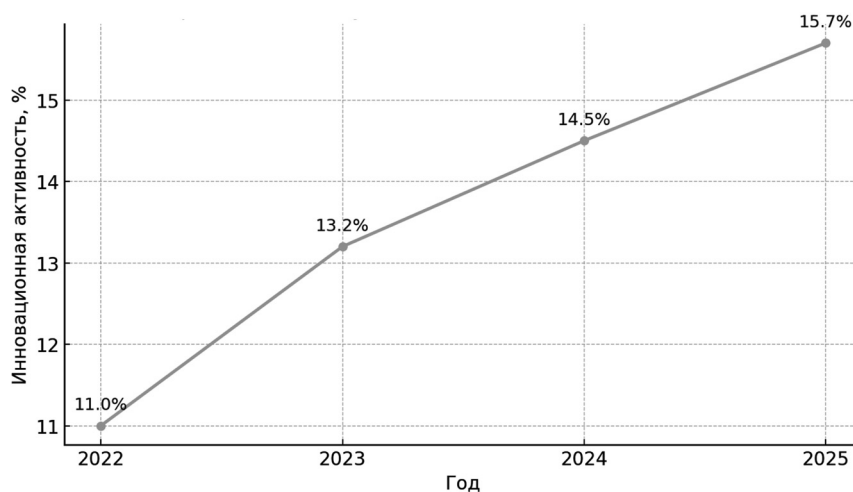


Рис. 1. Уровень инновационной активности предприятий России (доля организаций, осуществлявших инновационную деятельность), 2022-2025 гг.

Источник: ВШЭ [5]

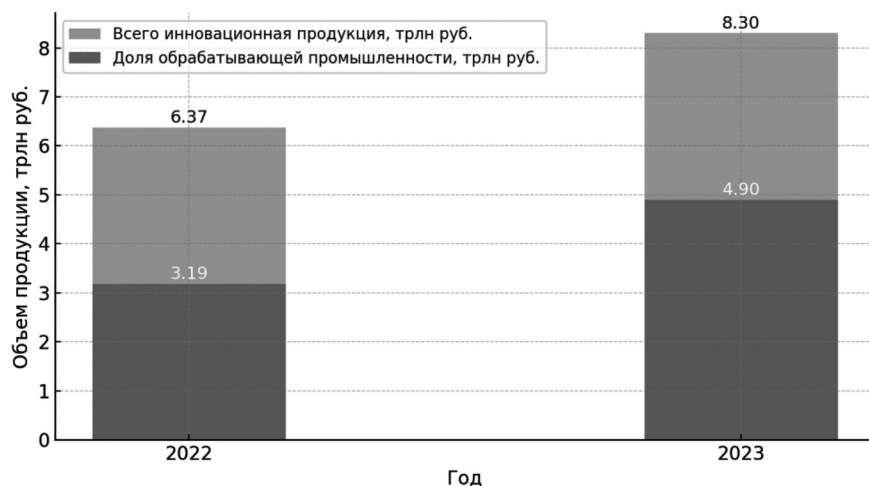


Рис. 2. Совокупный объем инновационной продукции и вклад обрабатывающей промышленности

Источник: Росстат [10]

выдачи кокса или линии непрерывного горячего цинкования, может требовать инвестиций, сопоставимых с годовой прибылью предприятия, и окупаться в течение 5-10 лет.

Следовательно, ключевым фактором успеха становится не просто доступность средств, а способность к долгосрочному стратегическому управлению инвестиционным портфелем. Это подтверждается опытом лидеров отрасли. ПАО «Северсталь» в период 2022-2024 гг. ежегодно направляло на цифровизацию и технологические инновации порядка 6-7 млрд руб. [12], а «Норникель» инвестировал сотни миллионов рублей только в создание цифровой лаборатории, занимающейся внедрением роботов и VR-технологий [3]. Для предприятий среднего и малого бизнеса высокая стоимость инноваций остается главным барьером. Согласно опросам НИУ ВШЭ, 26,5% промышленных компаний прямо указывают на финансовые ограничения как на ключевое препятствие на пути к инновациям [5, 6].

Для предприятий среднего и малого бизнеса высокая стоимость инноваций остается главным барьером. Согласно опросам НИУ ВШЭ, 26,5% промышленных компаний прямо указывают на финансовые ограничения как на ключевое препятствие. Таким образом, в металлообработке финансовый фактор трансформируется из тактической задачи поиска средств в стратегическую задачу управления рисками и капиталовложениями в условиях длительных горизонтов планирования.

Фактор 2. Развитие кадрового потенциала с фокусом на гибридные компетенции

Дефицит кадров — еще одна общепромышленная проблема, которая в металлообработке приобретает новое качество. Согласно данным НИУ ВШЭ, более половины (56,7%) инновационно-активных предприятий испытывают нехватку квалифицированных рабочих, а 45,6% — инженерных кадров [5]. Однако специфика цифровой трансформации металлургии заключается в том, что ей требуются не просто инженеры или IT-специалисты по отдельности, а носители гибридных, междисциплинарных компетенций.

Успех цифровых проектов сегодня зависит от наличия в штате:

- Инженеров-технологов, способных ставить задачи для специалистов по Data Science и интерпретировать результаты работы моделей машинного обучения для оптимизации режимов плавки или прокатки.
- Специалистов по промышленной автоматизации, знающих не только классическую АСУ ТП, но и протоколы IoT, способных интегрировать «умные» датчики и роботизированные комплексы в единую информационную систему.
- Инженеров-конструкторов, владеющих технологиями аддитивного производства (3D-печати металлами) для создания сложных деталей и ускоренного прототипирования.

Лидеры отрасли осознали эту проблему и решают ее системно. ПАО «Норникель» активно развивает собственные цифровые компетенции, формируя внутренние команды [3]. ПАО «Северсталь» идет по пути открытых инноваций, сотрудничая с вузами и технологическими акселераторами, такими как Sber500, для привлечения внешних талантов [16]. ПАО «ТМК» через свой корпоративный акселератор ищет технологии, «просеивает» рынок в поиске компетентных команд [14]. Это подтверждает, что фактор успеха — это не просто наличие кадров, а целенаправленная политика по формированию уникального генофонда специалистов на стыке металлургии и цифровых технологий.

Фактор 3. Глубокая интеграция сквозных цифровых технологий в производственные процессы

Цифровая трансформация в металлообработке — это не модный тренд, а инструмент решения фундаментальных производственных задач: повышения качества, снижения себестоимости, роста производительности и безопасности труда. Успех здесь определяется не самим фактом внедрения какой-либо технологии, а глубиной ее интеграции в основную производственную цепочку.

Анализ кейсов лидеров отрасли показывает, что наибольший эффект дают следующие технологии:

- Искусственный интеллект и предиктивная ана-

литика. На предприятиях «Норникеля» и «Северстали» системы на базе ИИ используются для прогнозирования поломок критически важного оборудования, оптимизации расхода дорогостоящих ферросплавов и контроля качества продукции в режиме реального времени [4, 15].

- Цифровые двойники. Создание точных виртуальных моделей доменных печей, прокатных станов и целых производственных линий позволяет без риска для реального производства моделировать различные сценарии, оптимизировать технологические режимы и обучать персонал [3, 11].
- Промышленный интернет вещей (IIoT) и робототехника. Оснащение оборудования тысячами датчиков позволяет собирать огромные массивы данных для последующего анализа, а роботизация рутинных и опасных операций (например, отбора проб расплавленного металла) напрямую повышает производительность и безопасность.

Учитывая впечатляющие примеры лидеров, следует отметить, что средний уровень цифровой зрелости отрасли остается невысоким [1, 2] — это наглядно демонстрируют данные, представленные на рис. 3.

Согласно исследованиям, средний показатель для металлургии составляет 2,8 балла из 5, а для машиностроения — всего 2,0 балла [2]. Упомянутое значительно ниже мировых лидеров (4,2 балла и выше), и это подчеркивает, что именно технологическая, а также цифровая готовность предприятия является ключевым фактором, определяющим его способность к реализации сложных инновационных проектов [9, 18].

Фактор 4. Формирование адаптивной организационной культуры и экосистемы открытых инноваций

Металлургия, как отрасль с вековыми традициями, часто характеризуется консервативной и иерархичной организационной культурой, которая может стать серьезным препятствием на пути инноваций. Поэтому четвертым, но не по значимости, фактором успеха является целенаправленное формирование адаптивной организационной культуры, поощряющей инициативу, терпимой к риску и открытой для внешних идей.

Успешные компании давно поняли, что гениальные идеи рождаются не только в R&D-центрах. Они активно выстраивают экосистемы так называемых «открытых инноваций», используя для этого различные инструменты:

- Внутренние программы поощрения инициатив. В «Северстали» действует «Фабрика идей», позволяющая любому сотруднику предложить и реализовать проект по улучшению производственных процессов [12].
- Корпоративные акселераторы и венчурные фонды. ТМК и другие компании создают акселераторы для поиска, отбора и пилотного внедрения решений от внешних технологических стартапов [14].
- Стратегические партнерства с вузами, научными институтами и технологическими компаниями.

Создание такой культуры — сложная управленческая задача, требующая личной вовлеченности высшего руководства и перестройки системы мотивации [20]. Однако опыт лидеров показывает, что именно такая культура позволяет преодолеть инерцию, свойственную крупным промышленным структурам, и значительно ускорить цикл «идея — прототип — внедрение» [6, 7].

Обсуждение результатов

Проведенный анализ и выделение четырех специфических факторов успеха инноваций в металлообработке позволяют не только охарактеризовать текущую ситуацию, но и вписать полученные выводы в более широкий научный контекст. Сопоставление результатов с работами других авторов (аналогами) и определение направлений для будущих изысканий (перспектив) подтверждают актуальность и значимость исследования.

Выводы данной работы находят подтверждение и развитие в трудах как российских, так и зарубежных ученых. Выявленная нами решающая роль системной интеграции цифровых технологий (фактор 3), а не их точечного внедрения, согласуется с выводами И. С. Прохоровой, В. С. Устинова и А. В. Елховой [11].

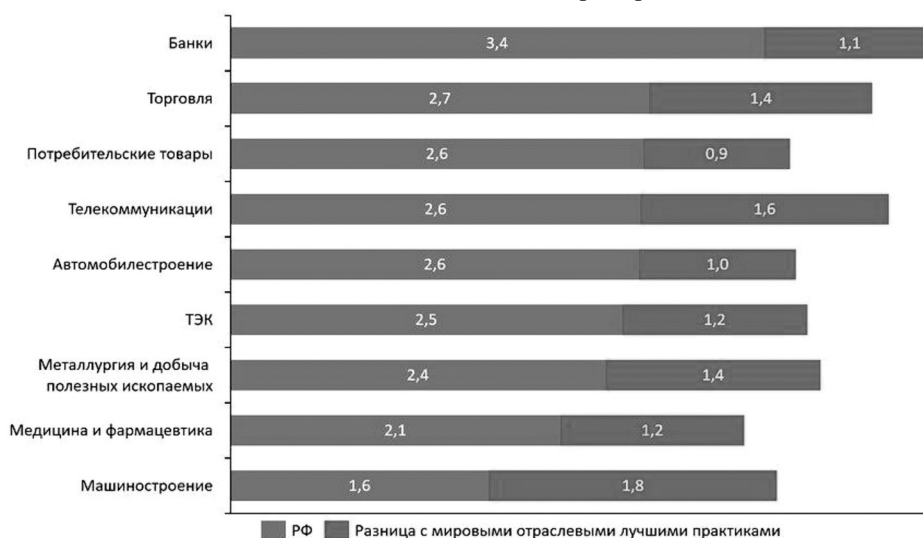


Рис. 3. Оценка цифровой зрелости по отраслям промышленности России, 2023 г. (по данным Deloitte)

Они также подчеркивают, что лидирующие металлургические компании фокусируются на комплексных решениях, в частности, таких как цифровые двойники и ИИ, для достижения стратегических целей.

На международном уровне прослеживаются четкие аналоги. Так, исследование Я. О. Абдаллы и соавторов [17] выделяет четыре ключевые группы барьеров для цифровизации в промышленности: дефицит навыков, проблемы с внедрением технологий, управление изменениями и поддержка инноваций. Эти категории практически полностью коррелируют с выявленными нами факторами:

- «Дефицит навыков» соответствует нашему фактору 2 (развитие кадрового потенциала с фокусом на гибридные компетенции).
- «Проблемы с внедрением технологий» — фактору 3 (глубокая технологическая интеграция).
- «Управление изменениями» и «поддержка инноваций» в совокупности отражают суть фактора 4 (формирование адаптивной организационной культуры).

Однако наше исследование делает следующий шаг: оно не просто перечисляет эти факторы, а показывает их качественное преломление через призму отраслевой специфики. Именно здесь проявляется его научная новизна. Например, схожие барьеры, связанные с необходимостью долгосрочного стратегического планирования и высокой стоимостью трансформации (наш фактор 1), отмечаются в работах по цифровизации промышленности Китая (S. Gao, Y. Xiong; Z. Zeng) [18, 21]. Это доказывает, что российская металлургия сталкивается с универсальными для капиталоемких отраслей вызовами.

Важность организационной культуры (фактор 4) подтверждается работой J. L. B. V. Sibassaha и др. [20], которые эмпирически доказывают, что цифровая трансформация влияет на инновационное поведение сотрудников только при наличии поддерживающей организационной культуры и соответствующего стиля лидерства. Это подкрепляет наш вывод о том, что преодоление консерватизма является не второстепенной, а ключевой управленческой задачей.

Перспективы дальнейших исследований

Настоящая работа открывает несколько направлений для будущих научных изысканий:

1. Количественная оценка влияния. На основе выявленных качественных факторов следующим шагом может стать разработка эконометрической модели для количественной оценки вклада каждого из четырех факторов в экономические показатели (например, рентабельность, производительность труда) металлургических предприятий. Это позволит перейти от констатации важности факторов к измерению их эффекта.
2. Сравнительный межстрановой анализ. Перспективным направлением является проведение сравнительного исследования практик управления инновациями на металлургических предприятиях России и других стран с развитой тяжелой про-

мышленностью (например, Германия, Китай, Индия, Бразилия). Это поможет выявить как универсальные, так и уникальные национальные модели адаптации к цифровой трансформации.

3. Исследование влияния внешних шоков. Данная работа сфокусирована на внутренних факторах. Однако представляет значительный научный интерес углубленное изучение влияния внешних шоков — санкционных ограничений и глобальной ESG-повестки — на инновационные стратегии в отрасли. Являются ли эти шоки преимущественно барьерами или, наоборот, катализаторами для «инноваций из необходимости»?
4. Трансформация человеческого капитала. Отдельного глубокого изучения заслуживает фактор 2. Требуется детальное исследование того, как именно трансформируются трудовые функции и компетенции на всех уровнях — от сталевара до топ-менеджера — в условиях внедрения ИИ и роботизации, и какие образовательные модели наиболее эффективны для подготовки «гибридных» специалистов.

Заключение

Проведенное исследование, посвященное выявлению и анализу специфических факторов успеха инновационных проектов в российской металлообрабатывающей промышленности, позволяет сделать ряд концептуальных выводов, имеющих как теоретическую, так и практическую значимость.

Во-первых, подтверждено, что инновационная деятельность в отрасли, несмотря на сложные внешние условия, демонстрирует положительную, хотя и умеренную, динамику. Рост числа инновационно-активных предприятий и объемов выпускаемой инновационной продукции свидетельствует о постепенной адаптации сектора к новым вызовам и требованиям цифровой экономики [13]. Однако сохраняющийся на низком уровне показатель доли инновационной продукции в общем объеме выпуска (7-8%) указывает на наличие системной проблемы — разрыва между инвестициями в инновации и их конечной коммерческой и экономической отдачей [5, 10]. Это подчеркивает актуальность поиска и внедрения эффективных механизмов управления инновационными процессами.

Во-вторых, исследование показало, что прямое применение универсальных моделей управления инновациями в металлообработке малопродуктивно. Ключевые факторы успеха — финансовое обеспечение, кадровый потенциал, технологическая готовность и организационная культура — в условиях данной капиталоемкой и консервативной отрасли приобретают глубокую специфику. Успех определяется не столько наличием ресурсов как таковых, сколько способностью менеджмента управлять ими с учетом уникальных отраслевых характеристик:

- Финансовый фактор трансформируется из задачи оперативного поиска средств в стратегическую компетенцию по управлению долгосрочным инвестиционным портфелем (в условиях высо-

кой капиталоемкости и длительных сроков окупаемости проектов).

- Кадровый фактор смещается от простого найма специалистов к целенаправленному формированию уникального кадрового ядра с гибридными, междисциплинарными компетенциями на стыке классической металлургии и сквозных цифровых технологий (Data Science, IoT, робототехника).
- Технологический фактор заключается не в самом факте закупки нового оборудования или ПО, а в способности к глубокой интеграции технологий «Индустрии 4.0» (ИИ, цифровые двойники) в основные производственные процессы для достижения измеримых экономических эффектов.
- Организационный фактор состоит в необходимости целенаправленно преодолевать отраслевой консерватизм путем формирования адаптивной культуры и построения экосистемы «открытых инноваций», привлекающей внешние идеи и компетенции.

Таким образом, проведенный анализ подтверждает: повышение инновационной активности, конкурентоспособности в металлообрабатывающей промышленности является результатом системного, комплексного подхода.

На основании сделанных выводов можно сформулировать следующие практические рекомендации для руководителей промышленных предприятий и органов государственной власти:

1. Для менеджмента предприятий:
 - Разрабатывать и внедрять долгосрочные (на 7-10 лет) стратегии технологической модернизации, тесно увязанные с общей бизнес-стратегией компании.

- Создавать совместные с ведущими техническими вузами, научными центрами корпоративные кафедры и лаборатории для целевой подготовки специалистов с гибридными компетенциями.
- Сместить фокус с точечного внедрения отдельных цифровых решений на создание единых цифровых платформ, интегрирующих данные со всех этапов производственной цепочки.
- Активнее использовать инструменты открытых инноваций (корпоративные акселераторы, хакатоны, конкурсы стартапов) по ускорению доступа к передовым технологиям, а также решениям.
- 2. Для органов государственного управления:
 - Совершенствовать механизмы государственной поддержки, ориентируя их не только на субсидирование затрат, но и на снижение рисков долгосрочных капиталоемких проектов.
 - Стимулировать создание межотраслевых и межрегиональных технологических кластеров, объединяющих промышленные предприятия, разработчиков ПО, научные организации, инжиниринговые центры.
 - Поддержать разработку и внедрение отраслевых стандартов в области цифровизации и промышленного интернета вещей по обеспечению совместимости решений, ускорению их тиражирования.

Реализация этих мер на системной основе позволит российской металлообрабатывающей отрасли укрепить достигнутые результаты, обеспечить технологический прорыв, необходимый для повышения ее конкурентоспособности (на национальном, глобальном уровнях), а также для решения стратегических задач по обеспечению технологического суверенитета страны.

Список использованных источников

1. А. В. Бабкин, Д. Д. Буркальцева, В. В. Пшеничников. Формирование цифровой экономики в России: сущность, особенности, техническая нормализация, проблемы развития//Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2017. Т. 10. № 3. С. 9-25. doi 10.18184/2079-4665.2017.10.3.9-25.
2. А. В. Бабкин, Е. В. Шкарулета, Т. А. Гилева и др. Методика оценки разрывов цифровой зрелости промышленных предприятий//Мир (Модернизация. Инновации. Развитие). 2022. Т. 13. № 1. С. 34-53. doi 10.18184/2079-4665.2022.13.1.34-53.
3. Дроны, роботы и VR: какие инновации востребованы в металлургии. in-hub.CNews. 2022. 29 августа. https://in-hub.cnews.ru/articles/2022-08-29_dronyroboty_i_vr_kakie_innovatsii.
4. ИИ уже заработал металлургам миллионы долларов. Prometall.Info. 2024. 19 июня. https://www.prometall.info/corp/ii_uzhe_zarabotal_metallurgam_milliony_dollarov.
5. В. В. Власова, Л. М. Гохберг, Г. А. Грачева и др. Индикаторы инновационной деятельности: 2025. Статистический сборник. Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». Москва: НИУ ВШЭ, 2025. 300 с.
6. Инновационный потенциал высокотехнологичных отраслей. Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики», ИСИЭЗ. Москва: НИУ ВШЭ, 2024. 26 с. <https://issek.hse.ru/mirror/pubs/share/885863725.pdf>.
7. В. П. Кузнецов, Е. В. Романовская, Е. В. Храмова. Проблемы внедрения инноваций на промышленных предприятиях//Вестник Мининского университета. 2016. № 1-1 (13). С. 20.
8. Ю. Г. Лаврикова, В. В. Акбердина, А. В. Суворова. Гармонизация стратегий пространственного развития и научно-технологического развития на индустриальных территориях//Экономика региона. 2019. Т. 15. № 4. С. 1022-1037. doi 10.17059/2019-4-4.
9. П. А. Михайлов, А. В. Бабкин. Факторы и показатели оценки цифровой трансформации промышленного предприятия//Universum: экономика и юриспруденция. 2022. № 9 (96). С. 12-16. doi 10.32743/UniLaw.2022.96.9.14137.
10. Основные показатели инновационной деятельности 2023 г. Москва: Росстат, 2024. 20 с. <https://95.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Основные%20показатели%20инновационной%20деятельности%202023г..doc>.
11. И. С. Прохорова, В. С. Устинов, А. В. Елхова. Цифровая зрелость металлургической отрасли России: драйверы и проблемы роста в новых геополитических условиях. Часть II. Ключевые направления цифровой трансформации//Вестник университета. 2023. № 12. С. 44-52. doi 10.26425/1816-4277-2023-12-44-52.
12. «Северсталь» удвоила объем инвестиций в ИТ за пять лет. CNews. 2024. 12 февраля. https://corp.cnews.ru/news/line/2024-02-12_severstal_udvoila_obem.
13. С. С. Скараник, В. В. Верна, Д. Н. Афанасьев. Инновационная деятельность в Российской Федерации: современные тенденции, состояние и потенциал развития//Геополитика и экогеодинамика регионов. 2023. Т. 9. № 1. С. 58-75.
14. ТМК отобрала инновационные проекты московских стартапов для внедрения на предприятиях. Портал «Металлоснабжение и сбыт». 2021. 11 августа. <https://www.metallinfo.ru/ru/news>.
15. «Мная» сталь: как нейросеть помогает развивать металлургию. RBC.Ru. 2023. 8 сентября. <https://www.rbc.ru/economics/08/09/2023/64f8a2219a794746be0720e9>.
16. Ураган данных. Как проходит цифровая трансформация российского бизнеса в 2024 г. Sber.Pro. 2024. 18 октября. <https://sber.pro/publication/uragan-dannih-kak-prohodit-tsifrovaya-transformatsiya-rossiiskogo-biznesa-v-2024-godu>.
17. Y. O. Abdallah, E. Shehab, A. Al-Ashaab. Digital Transformation Challenges in the Manufacturing Industry//Advances in Transdisciplinary Engineering. 2021. Vol. 17. P. 23-32. doi 10.3233/ATDE210156.
18. S. Gao, Y. Xiong. Challenges and Countermeasures of Digital Transformation for Manufacturing Businesses in the Post-epidemic ERA in China//Proceedings of the 2nd International Conference on Enterprise Management and Economic Development (ICEMED 2023). Atlantis Press, 2023. P. 136-141. doi 10.2991/978-94-6463-260-6_18.

19. E. Garina, V. Kuznetsov, E. Romanovskaya et al. Management of industrial enterprise in crisis with the use of incompany reserves//Contributions to Economics. Springer, 2017. P. 129-136. doi 10.1007/978-3-319-55257-6_14.
20. J. L. B. B. Sibassaha, J. B. B. Pea-Assounga, P. D. R. Bambi. Influence of digital transformation on employee innovative behavior: roles of challenging appraisal, organizational culture support, and transformational leadership style//Frontiers in Psychology. 2025. Vol. 16. P. 1532977. doi 10.3389/fpsyg.2025.1532977.
21. Z. Zeng. Research on Challenges and Countermeasures of Digital Transformation for Manufacturing Enterprises in Post-Epidemic Era: Taking China as an Example//Proceedings of the 2nd International Conference on Economic Development and Business Management (EDBM 2022). Atlantis Press, 2022. P. 586-591. doi 10.2991/978-94-6463-036-7_88.

References

1. A. V. Babkin, D. D. Burkaltseva, V. V. Pshenichnikov. Formation of the digital economy in Russia: essence, features, technical normalization, development problems//St. Petersburg state polytechnical university journal. Economics. 2017. Vol. 10. № 3. P. 9-25. doi 10.18184/2079-4665.2017.10.3.9-25.
2. A. V. Babkin, E. V. Shkarupeta, T. A. Gileva et al. Methodology for assessing digital maturity gaps of industrial enterprises//MIR (Modernization. Innovation. Research). 2022. Vol. 13. № 1. P. 34-53. doi 10.18184/2079-4665.2022.13.1.34-53.
3. Drones, robots and VR: which innovations are in demand in metallurgy. in-hub.CNews. 29.08.2022. https://in-hub.cnews.ru/articles/2022-08-29_dronyroboty_i_vr_kakie_innovatsii.
4. AI has already earned millions of dollars for metallurgists. Prometall.Info. 19.06.2024. https://www.prometall.info/corp/ii_uzhe_zarabotal_metallurgam_milioni_dollarov.
5. V. V. Vlasova, L. M. Gokhberg, G. A. Gracheva et al. Indicators of Innovation Activity: 2025. Statistical yearbook. Moscow: HSE University Publ., 2025. 300 p.
6. Innovative Potential of High-Tech Industries. Moscow: National Research University Higher School of Economics, ISSEK. 10.01.2024 26 p. <https://issek.hse.ru/mirror/pubs/share/885863725.pdf>.
7. V. P. Kuznetsov, E. V. Romanovskaya, E. V. Khranova. Problems of introduction of innovations at the industrial enterprises//Minin University Bulletin. 2016. № 1-1 (13). P. 20.
8. Yu. G. Lavrikova, V. V. Akberdina, A. V. Suvorova. Harmonizing the spatial development and science and technology development strategies in industrial territories//Economy of Region. 2019. Vol. 15. № 4. P. 1022-1037. doi 10.17059/2019-4-4.
9. P. A. Mikhailov, A. V. Babkin. Factors and indicators for assessing the digital transformation of an industrial enterprise//Universum: Economics and Law. 2022. № 9 (96). P. 12-16. doi 10.32743/UniLaw.2022.96.9.14137.
10. Key Indicators of Innovation Activity in 2023. Moscow: Rosstat, 2024. 20 p. <https://95.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Основные%20показатели%20инновационной%20деятельности%202023г..doc>.
11. I. S. Prokhorova, V. S. Ustinov, A. V. Elkhova. Digital maturity of the Russian metallurgical industry: drivers and growth problems in new geopolitical conditions. Part II. Key directions of digital transformation//University Bulletin. 2023. № 12. P. 44-52. doi 10.26425/1816-4277-2023-12-44-52.
12. Severstal has doubled its IT investments over five years. CNews. 12.02.2024. https://corp.cnews.ru/news/line/2024-02-12_severstal_udvoila_obem.
13. S. S. Skaranik, V. V. Verna, D. N. Afanasyev. Innovation activity in the Russian Federation: modern trends, state and potential of development//Geopolitics and Ecogeodynamics of Regions. 2023. Vol. 9. № 1. P. 58-75.
14. TMK selected innovative projects from Moscow startups for implementation at enterprises. Metal Supply and Sales Portal. 11.08.2021. <https://www.metalinfo.ru/ru/news/128848>.
15. «Smart» steel: how neural networks help develop metallurgy. RBC.Ru. 08.09.2023. <https://www.rbc.ru/economics/08/09/2023/64f8a2219a794746be0720e9>.
16. A hurricane of data. How digital transformation of Russian business is progressing in 2024. Sber.Pro. 18.10.2024. <https://sber.pro/publication/uragan-dannih-kak-prohodit-tsifrovaya-transformatsiya-rossiiskogo-biznesa-v-2024-godu>.
17. Y. O. Abdallah, E. Shehab, A. Al-Ashaab. Digital Transformation Challenges in the Manufacturing Industry//Advances in Transdisciplinary Engineering. 2021. Vol. 17. P. 23-32. doi 10.3233/ATDE210156.
18. S. Gao, Y. Xiong. Challenges and Countermeasures of Digital Transformation for Manufacturing Businesses in the Post-epidemic ERA in China//Proceedings of the 2nd International Conference on Enterprise Management and Economic Development (ICEMED 2023). Atlantis Press, 2023. P. 136-141. doi 10.2991/978-94-6463-260-6_18.
19. E. Garina, V. Kuznetsov, E. Romanovskaya et al. Management of industrial enterprise in crisis with the use of incompany reserves//Contributions to Economics. Springer, 2017. P. 129-136. doi 10.1007/978-3-319-55257-6_14.
20. J. L. B. B. Sibassaha, J. B. B. Pea-Assounga, P. D. R. Bambi. Influence of digital transformation on employee innovative behavior: roles of challenging appraisal, organizational culture support, and transformational leadership style//Frontiers in Psychology. 2025. Vol. 16. P. 1532977. doi 10.3389/fpsyg.2025.1532977.
21. Z. Zeng. Research on Challenges and Countermeasures of Digital Transformation for Manufacturing Enterprises in Post-Epidemic Era: Taking China as an Example//Proceedings of the 2nd International Conference on Economic Development and Business Management (EDBM 2022). Atlantis Press, 2022. P. 586-591. doi 10.2991/978-94-6463-036-7_88.