

Концепция цифровой трансформации промышленного предприятия

Виталий Вячеславович Черепанов¹, Евгений Васильевич Попов²

^{1, 2} Уральский институт управления — филиал Российской академии народного хозяйства и государственной службы (РАНХиГС) при Президенте Российской Федерации, Екатеринбург, Россия

¹ v.cherepanov@outlook.com, <https://orcid.org/0000-0003-4994-091X>

² epopov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5513-5020>

Аннотация

Цель. Разработать концепцию цифровой трансформации на примере промышленного предприятия, которая позволит системно и эффективно проводить цифровую трансформацию отдельных процессов, их участков и даже в целом организации, работающей в промышленной сфере.

Задачи. Определить выполнимую со слабым уровнем зависимости от компетенций руководителя цифровой трансформации последовательность подготовительных и трансформационных шагов, способствующую проведению цифровой трансформации в организации; выработать комплекс методологических решений, объединенных в виде целостного методологического комплекса, позволяющего формализовать владельца организации — принципала и руководителя цифровой трансформации — агента в процессе ее проведения.

Методология. Методологической основой публикации послужили исследования в области цифровой трансформации, а также собственный анализ кейсов цифровой трансформации, проведенный авторами исследования.

Результаты. Разработанная в ходе проведения исследования концепция цифровой трансформации содержит необходимый комплекс методологических инструментов для формирования программы цифровой трансформации и ее выполнения на промышленном предприятии. Созданная методологическая основа цифровой трансформации позволяет последовательно запланировать и провести ее, независимо от уровня цифровой зрелости трансформируемого процесса и организации, а также от уровня компетенций руководителя цифровой трансформации.

Выводы. Разработанная авторами статьи концепция проведения цифровой трансформации позволяет перевести мероприятия или масштабную программу цифровой трансформации из категории управленческого поиска решений с высоким уровнем неопределенности в категорию методологически обоснованного воспроизводящегося и выполнимого комплекса действий с высоким уровнем результативности. Иными словами, предложенная концепция цифровой трансформации дает возможность говорить о ней не как об «искусстве» с непредсказуемыми результатами, зависящими от компетенций организатора процесса, а как о воспроизводящейся деятельности с предсказуемыми достижениями.

Ключевые слова: цифровая трансформация, управление цифровой трансформацией, концепция цифровой трансформации, цифровое развитие промышленности

Для цитирования: Черепанов В. В., Попов Е. В. Концепция цифровой трансформации промышленного предприятия // *Экономика и управление*. 2022. Т. 28. № 10. С. 1021–1036. <http://doi.org/10.35854/1998-1627-2022-10-1021-1036>

Благодарности: исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 22-28-20077).

© Черепанов В. В., Попов Е. В., 2022

Concept of the digital transformation of an industrial enterprise

Vitalii V. Cherepanov¹, Evgeny V. Popov²

^{1, 2} Ural Institute of Management, Branch of the Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (RANEPA), Yekaterinburg, Russia

¹ v.cherepanov@outlook.com, <https://orcid.org/0000-0003-4994-091X>

² epopov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5513-5020>

Abstract

Aim. The presented study aims to develop a concept of digital transformation through the example of an industrial enterprise to enable comprehensive and efficient digital transformation of separate processes, their stages, and even entire organizations in the industrial sphere.

Tasks. The authors determine a series of preparatory and transformational steps that can be executed with little dependence on the competencies of the head of digital transformation and would facilitate digital transformation in the organization; develop a methodology in the form of an integrated methodological framework that makes it possible to formalize the owner of the organization as the principal and the head of digital transformation as the agent in the process of its implementation.

Methods. The methodological basis of the study includes research in the field of digital transformation and the authors' analysis of digital transformation cases.

Results. The concept of digital transformation developed in the study contains the necessary methodological tools for the formation of a digital transformation program and its implementation at an industrial enterprise. The created methodological basis of digital transformation makes it possible to consistently plan and carry it out, regardless of the level of digital maturity of the transformed process and organization or the level of competence of the head of digital transformation.

Conclusions. The concept of digital transformation developed by the authors makes it possible to transfer digital transformation events or a large-scale program from the category of managerial search for solutions with a high level of uncertainty to the category of a methodologically sound reproducible and feasible set of actions with a high level of effectiveness. In other words, the proposed concept of digital transformation makes it not an "art" with unpredictable results depending on the competencies of the organizer, but rather a reproducible activity with predictable achievements.

Keywords: digital transformation, digital transformation management, digital transformation concept, digital industry development

For citation: Cherepanov V.V., Popov E.V. Concept of the digital transformation of an industrial enterprise. *Ekonomika i upravlenie = Economics and Management*. 2022;28(10):1021-1036. (In Russ.). <http://doi.org/10.35854/1998-1627-2022-10-1021-1036>

Acknowledgments: this study was funded by the Russian Science Foundation (project No. 22-28-20077).

Введение

Современный бизнес испытывает всестороннее давление в социальном, рыночном и внутреннем полях взаимодействия. Фактически все отрасли прошли или проходят через колоссальные изменения за счет необходимости дистанционного взаимодействия, сложностей в поддержании созданных цепочек поставок и ограниченной доступности ресурсов, вызванных пандемией COVID-19, а также значимыми геополитическими событиями, которые оказывают постоянное влияние на все отрасли экономики. Эти из-

менения послужили толчком к агрессивной межотраслевой конкуренции и значительному росту востребованности применения цифровых технологий для взаимодействия с поставщиками, потребителями и внутренними участниками процессов современных организаций. Именно в цифровых технологиях предприниматели и руководители хотят увидеть сегодня решение своих проблем и ясную поддержку необходимых изменений.

В рамках проведения цифровой трансформации владельцы бизнеса конкурируют фактически за один и тот же персонал

с компетенциями в сфере цифровой трансформации, численность которого сегодня недостаточна, а спрос на него велик¹. При этом в промышленности неуклонно растут инвестиции в применение цифровых технологий [1]. Фактически мы видим глобальное противоречие, выраженное в недостатке ресурсов на проведение цифровой трансформации и большом запросе на ее проведение. Такую ситуацию можно разрешить только путем создания комплекса инструментов цифровой трансформации, которые не будут требовать значительного количества персонала с уникальными компетенциями для ее проведения.

В немалой степени интерес к цифровой трансформации поддерживает видение о том, что она сама по себе способна вывести любой бизнес на новый уровень развития. В частности, команда А считает, что цель цифровой трансформации бизнеса — создать обновленную устойчивую бизнес-модель организации, способную эффективно работать и адаптироваться в условиях современной цифровой экономики². Такое видение невозможно применить к трансформации конкретного процесса или организации в целом, поскольку оно является слишком обобщенным. Это послужило поводом для проведения настоящего исследования.

Несмотря на то, что экономические мотивы деятельности собственников бизнеса в новом контексте не изменились, задачи максимизации прибыли, повышения рыночной стоимости бизнеса и удовлетворения потребителей все также актуальны, фронт решения проблем значительно расширился: к нему дополнены задачи внедрения цифровых технологий и получения эффекта от их применения. Они решаются собственниками бизнеса в теории для того, чтобы сохранить свою позицию на рынке и получить дополнительные преимущества. На практике их ставят и решают, чтобы обеспечить привлекательные для взаимодействия с клиентами способы продажи товаров либо достичь локальных экономических

улучшений в трансформируемых процессах и видах деятельности. Кроме того, нередко новые практики работы являются, скорее, эффектом от общих отраслевых трендов, чем результатами принятия подготовленных управленческих решений. Вместе с тем лидерство по-прежнему выступает существенным компонентом выполнения масштабных изменений, несмотря на то, что цифровые технологии — новое направление деятельности [2].

Лидерство остается одним из инструментов преодоления реальных сложностей в любом новом виде деятельности. Но можно ли в сфере цифровой трансформации использовать еще какие-либо инструменты или, как сегодня принято говорить, фреймворки, которые позволят реализовать мероприятия по цифровой трансформации не только на базе лидерских качеств менеджеров или собственников? Одним из путей поиска решений в сфере цифровой трансформации также может стать применение концепций дизайн-мышления и *Agile*-разработки [3]. Но мы видим и иные пути решения проблемы создания подхода к цифровой трансформации, изложенные в настоящем исследовании.

Потенциал внедрения цифровых технологий в социальной и экономической средах огромен. По прогнозам *World Economic Forum*, к 2030 г. в мире будет 30 млрд подключенных к сети Интернет устройств³. Цифровые технологии являются не только самыми быстрыми технологиями с точки зрения распространения в истории человечества⁴, повышающими экономическую эффективность, но могут способствовать значительному снижению выбросов⁵, улучшению экологической обстановки, что не было сильной стороной любых других технологий, внедрившихся ранее.

Распространение цифровых технологий важно не только в обществе в целом,

¹ Павлова А. За 2021 год количество «цифровых» вакансий выросло на 76 % // Rg.ru. 2021. 16 декабря. URL: <https://rg.ru/2021/12/16/za-2021-god-kolichestvo-cifrovyh-vakansij-vyroslo-na-76.html> (дата обращения: 15.08.2022).

² Рыжков В. Что такое цифровая трансформация? // Команда А. 2016. 16 ноября. URL: <https://komanda-a.pro/blog/digital-transformation> (дата обращения: 20.08.2022).

³ A New Paradigm for Business of Data // World Economic Forum. 2020. 29 июля. URL: http://www3.weforum.org/docs/WEF_New_Paradigm_for_Business_of_Data_Report_2020.pdf (дата обращения: 20.08.2022).

⁴ The Impact of Digital Technologies // UNESCO. URL: <https://www.un.org/en/un75/impact-digital-technologies> (дата обращения: 20.08.2022).

⁵ Digital technology can cut global emissions by 15 %. Here's how // World Economic Forum. 2019. Jan 15. URL: <https://www.weforum.org/agenda/2019/01/why-digitalization-is-the-key-to-exponential-climate-action> (дата обращения: 20.08.2022).

Облако критериев поиска материалов при проведении исследования

Table 1. Search criteria for materials during research

Критерии поиска на русском языке	Критерии поиска на английском языке
Цифровая трансформация; управление проектом или программой цифровой трансформации; концепция цифровой трансформации; комплекс инструментов цифровой трансформации; цели цифровой трансформации; суть цифровой трансформации	<i>Digital transformation;</i> <i>digital transformation project or programme management;</i> <i>digital transformation concept;</i> <i>digital transformation framework;</i> <i>digital transformation aims or targets;</i> <i>core or essence of digital transformation</i>

но и на уровне конкретных отраслей и предприятий. В России цифровая трансформация различных отраслей поддерживается на государственном уровне, а стратегии их цифровой трансформации публикуются в открытом доступе (например, стратегия цифровой трансформации обрабатывающих отраслей¹). Несмотря на то, что отдельные отрасли все-таки отстают² в цифровом развитии, Россия в ряде направлений имеет хорошие показатели в общем рейтинге сравнения цифровых компетенций по сравнению с другими странами³.

Все эти факторы учтены нами, и они стали базой для проведения работы по созданию концептуального целостного видения процедуры цифровой трансформации на примере промышленного предприятия. В их основе должны быть не личные качества участников цифровой трансформации, а управленческие инструменты ее проведения.

Методика проведения исследования

Цикл наших ранее опубликованных исследований, посвященных цифровой трансформации, уже включает в себя ряд ин-

¹ Стратегия цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности в целях достижения их «цифровой зрелости» до 2024 года и на период до 2030 г. // Минпромторг России. URL: https://minpromtorg.gov.ru/docs/#!strategiya_cifrovoy_transformacii_obrabatyvayushhih_otrasley_promyshlennosti_v_celyah_dostizheniya_ih_cifrovoy_zrelosti_do_2024_goda_i_na_period_do_2030_goda (дата обращения: 20.08.2022).

² Тайжетинова М. Эксперты назвали лидирующие и отстающие по цифровизации отрасли в России // РБК. 2021. 23 марта. URL: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/6054b0a89a7947fd6076994e> (дата обращения: 15.08.2022).

³ World Digital Competitiveness Ranking // IMD World Competitiveness Center. URL: <https://www.imd.org/centers/world-competitiveness-center/rankings/world-digital-competitiveness/> (дата обращения: 15.08.2022).

струментов проведения цифровой трансформации:

1. Уровни цифровой зрелости [4].
2. DIGITAL-анализ как инструмент поиска трансформационного решения [5].
3. D-цикл, как инструмент проведения системной цифровой трансформации [6].
4. Видение развития теории «принципала-агента» в контексте цифровой трансформации [7].

Эти инструменты цифровой трансформации объединены в комплекс в рамках настоящей концепции цифровой трансформации и дополнены пониманием того, как изменяется суть отношений и роли участников предпринимательской деятельности в контексте цифровой трансформации на примере промышленного предприятия. Эти выводы сделаны на базе анализа кейсов цифровой трансформации, проведенного нами на основе материалов из открытых источников⁴.

Помимо кейсов цифровой трансформации выполнен анализ известных представлений и концепций цифровой трансформации на базе ряда критериев поиска, как видно из таблицы 1.

Сформулированные концептуальные положения обсуждены с теоретиками и практиками цифровой трансформации и оформлены в виде представленного исследования.

Распространенное понимание цифровой трансформации

Одним из распространенных толкований цифровой трансформации стало то, что она позволяет масштабировать взаимодействие

⁴ Анализ трансформационных решений по материалам кейсов цифровой трансформации в промышленности // АНО «Цифровая экономика» (по состоянию на 23.09.2022). URL: https://www.researchgate.net/publication/363821556_Digital_cases_analysis_based_on_DIGITAL-analysis_tool (дата обращения: 15.10.2022).

и делать его доступным на уровне целых организаций и даже отраслей [8] как единых агентов взаимодействия. Действительно, при покупке любого товара или услуги через мобильное приложение впечатление того, что взаимодействие осуществляется организацией, стирается.

Говоря о цифровой трансформации организации, исследователи пишут [9], что ее изменения должны отразиться на основных областях ее современной деятельности, таких как клиенты, данные, увеличение стоимости, организационная структура, операции и управление трансформацией. Только работа во всех направлениях позволит трансформировать организацию в целом.

Исследователи отмечают, что важно различать ИТ-трансформацию бизнеса и цифровую его трансформацию [10], которая представляет собой процесс, направленный на значительные изменения бизнеса на базе информации, компьютеризации, коммуникационных технологий и технологий взаимодействия. При этом они считают, что комплекс управленческих инструментов, так называемый фреймворк цифровой трансформации может включать в себя:

- разрушительные изменения;
- стратегические реакции на любое изменение среды;
- использование цифровых технологий;
- структурные изменения бизнеса;
- изменения в путях получения новой стоимости для потребителей;
- оценку негативного влияния и позитивного воздействия цифровой трансформации;
- организационные барьеры ее поведения.

Кроме того, существенным выводом исследователей [10] является то, что цифровая трансформация — это не изменения в сфере информационных технологий, а изменения, направленные на ликвидацию внутренних барьеров в работе организации.

В контексте внутреннего взаимодействия в организации нельзя не обратить внимание на то, что исследователи предсказывают: цифровая трансформация действительно снизит физическое влияние труда на человека. Однако психоэмоциональная нагрузка, сопровождающая труд, может не только не снизиться, но и вырасти [11], что отчасти связано с изменением структуры ответственности при работе с цифровыми технологиями, а также со значимыми социальными переменами в труде при ее проведении.

Все же основным видением цифровой трансформации является ее представление как изменение бизнес-модели организации [12]. Такое изменение может быть проведено путем автоматизации, расширения бизнеса, в том числе за счет новых сегментов, либо ее полной трансформации. Ученые полагают, что признаками такого изменения бизнес-модели можно считать наличие новой концепции модели, новой области ее применения либо новые способы влияния на клиента. В поддержку изложенного подхода выступают авторы исследований, направленных на то, чтобы разъяснить цифровую трансформацию как стратегическое изменение бизнеса [13], основанное на построении цифровой стратегии, состоящей из объема мероприятий, их масштаба, скорости изменений и источников создания стоимости в бизнесе.

Ряд специалистов называют пионерами цифровой трансформации медицинскую отрасль [14], несмотря на то, что автоматизация промышленности стартовала гораздо раньше, чем начало 2000-х гг., которые они видят как отправную точку цифровой трансформации. Это понимание только подчеркивает тот факт, что автоматизация бизнеса и его цифровая трансформация все-таки отличаются по своей сути и содержанию мероприятий.

Ранее исследователи темы цифровой трансформации отмечали, что финансирование цифровой трансформации так же важно, как и финансирование основной деятельности организации [15]. При этом основой такой работы может стать цифровая стратегия организации, которая должна объединить все направления цифровой трансформации.

Специалисты подчеркивают, что цифровые технологии не принесут «волшебных» изменений в бизнесе, их может принести лишь управление. Но расширить возможности методов поиска и рекомбинации известных решений как компонентов инновационного процесса цифровые технологии вполне могут [16]. Этот вывод также подчеркивает практический стандарт проведения цифровой трансформации “Digital Practitioner Body of Knowledge Standard¹”, аналогов которому фактически нет. Данный

¹ Digital Practitioner Body of Knowledge Standard, A Standard of The Open Group. 2022. Январь // Open Group Standard. URL: <https://pubs.opengroup.org/dpbok/standard/index.html> (дата обращения: 15.09.2022).

стандарт формирует семь рычагов цифровой трансформации:

- трансформацию бизнес-процессов;
- вовлечение клиентов и управление клиентским опытом;
- цифровизацию продуктов или услуг;
- трансформацию в сфере ИТ и доставки ИТ-решений;
- организационную культуру;
- стратегию;
- экосистему бизнеса.

В ходе трансформации организация развивается на следующих уровнях:

- индивидуальность организации и ее основателя;
- команда цифровой трансформации;
- команда команд как основа масштабной цифровой трансформации организации;
- устойчивое предприятие как концепция непрерывного развития.

Исследователи проводят обзоры понятий цифровой трансформации [17], приходят к заключению о том, что существуют возможности применения цифровой трансформации для трансформации бизнеса, технологической трансформации и создания взаимосвязей цифрового общества и бизнеса. Это важное понимание можно рассматривать в макроэкономическом аспекте. Но, говоря об экономике фирмы, можно утверждать, что цифровая трансформация — это все-таки замещение человека и аналоговых машин цифровыми технологиями [4], что и объясняет последующие изменения, и создает трактовки и понимания того, как изменяются организация или процесс в результате таких перемен.

Рассматривая вопросы о новых технологических активах, которые создает бизнес в рамках цифровой трансформации, исследователи пишут [18], что цифровая трансформация изменяет организацию на уровнях:

- культуры инноваций;
- ноу-хау и интеллектуальной собственности;
- возможностей внедрения цифровых технологий.

Такое понимание сложно применить на практике, но оно позволяет углубить представления о том, на что распространяется процесс цифровой трансформации в организациях.

Исследователи еще в 2014 г. говорили о том [19], что важным изменением в ходе цифровой трансформации бизнеса может

стать то, что произойдет переход от экономики отдельного потребителя к экономике «каждый — каждому», что позволит создать всеобщую экосреду бизнеса. В некоторой степени они правы, что видно на современных маркетплейсах, где, наряду с корпорациями, торгуют частные лица. Тем не менее существенным аспектом остается то, что цифровая трансформация не уничтожает привычные формы бизнеса, а лишь позволяет заменить их на новые формы взаимодействия и организационные схемы, образования.

Исследователи из Гавайского университета вводят понятие «цифровая организация» [20]. Они также видят лидерство в качестве основы успешной цифровой трансформации, но подчеркивают, что значимы понимание затруднений, с которыми сталкивается организация, и понимание того, кто выполняет роль инициатора цифровой трансформации. «Цифровая организация» постепенно становится востребованным понятием, которое со временем войдет, полагаем, в разряд общеупотребимых в качестве стадии цифровой трансформации современной организации. Исследователи аспектов организационной психологии утверждают, что в немалой степени успех цифровой трансформации зависит не только от лидерства руководства или собственников, но и от компетенций и эффективности взаимодействия работников [21].

Все эти наблюдения и выводы исследователей не поясняют, каким образом приступить к проведению цифровой трансформации. В этом направлении сформулированы выводы о том, что целесообразно применять концепции Индустрии 4.0 [22], собирая и выбирая для внедрения в своей организации наиболее эффективные кейсы цифровой трансформации. Данный подход не является новым, но может быть и не настолько эффективен, как представляется на первый взгляд ввиду того, что организационные и технические условия работы, уровень компетенций персонала и уровень цифровой зрелости организаций отличается. Это приводит к тому, что не все кейсы одинаково подходят различным организациям.

Гораздо ближе к практике предложение о том, что цифровая трансформация в организации должна быть построена в ракурсах технологий, определенных действий, их ограничений и целей, поставленных при ее проведении [23]. Такое видение позволяет утверждать, что цифровая трансформация

может быть представлена как последовательность управленческих воздействий, направленных на получение запланированных изменений в процессах и организации.

Значимый вывод о фреймворках цифровой трансформации и конкретных действиях приводят исследователи [24], изучая вопрос о развитии процессов организации. Их заключение говорит о том, что целесообразно управлять зрелостью процессов, что поможет добиться необходимых условий для изменений в рамках цифровой трансформации. В контексте современной организации несколько упрощенным представляется подход к цифровой трансформации, в основе которого находятся технологические изменения, базирующиеся на виртуализации и применении «облачных» технологий работы с данными [25]. Все же это — лишь способы доставки тех или иных решений. Ключевой задачей цифровой трансформации представляется формулирование сути необходимых изменений.

Ориентированным на практику видится подход к построению гибкой корпоративной архитектуры, который может позволить исключить недостатки известных подходов к проектированию корпоративных архитектур, таких как *TOGAF* или *Zachman*, ориентированных на статичные масштабные перемены, а цифровая трансформация может носить итеративный характер [26]. Эта гипотеза близка нашим выводам [4; 5; 6] о том, что цифровая трансформация итеративна, но ее завершение будет возможным лишь для объекта трансформации в момент, если он начинает работать как полностью автономная система, которую можно встроить в более сложную систему процессов, организацию или даже экосистему.

Ученые пишут, что на практике для проведения цифровой трансформации могут быть применены *LEAN*-методы, которые могут быть положены в основу методологии цифровой трансформации [27]. Это мнение подтверждает консалтинговая компания *Bain*. Исследование ее специалистов показывает, что цифровые инструменты могут значительно улучшить результаты управления качеством в целом¹.

Исследователи из университета Болоньи утверждают, что цифровые технологии спо-

¹ Digital Tools Can Double Lean Six Sigma Savings // Bain and Company. 2019. April 18. URL: <https://www.bain.com/insights/digital-tools-can-double-lean-six-sigma-savings/> (дата обращения: 15.09.2022).

собны активно поддержать развитие циклической экономики, значительно улучшив этап обслуживания используемого оборудования или активов за счет цифровых методов [28]. Безусловно, этот положительный эффект нельзя не учитывать в рамках программ цифровой трансформации, но их структура должна быть основана на концептуальных основах цифровой трансформации, а не только на ожидаемом эффекте.

Ряд авторов активно поддерживают мнение о том, что ИТ-развитие организации в целом может оказать положительное влияние на цифровую трансформацию [29]. В этом случае стоит четко разделять ИТ-развитие и цифровую трансформацию процессов, и даже организации в целом. Кроме того, распространенным подходом является включение программ цифровой трансформации в контур стратегического управления [30], в рамках которого цифровая трансформация производится в составе стратегических изменений бизнеса.

Все эти подходы вносят важные компоненты понимания такого явления, как цифровая трансформация, но не объясняют его сути с точки зрения экономики фирмы, практической последовательности шагов цифровой трансформации и того, как изменяется внутренняя работа организации при подготовке и по итогам выполнения цифровой трансформации. В своем методическом материале представители Российской академии народного хозяйства и государственной службы (РАНХиГС) вводят понятия «трансформационное решение» и «трансформационный эффект»², которые дают возможность представить цифровую трансформацию как последовательность управленческих воздействий.

В своих ранее опубликованных работах нами уже раскрыта суть изменения взаимодействия в ходе цифровой трансформации [5; 6]. Обобщив их на основе данных анализа кейсов цифровой трансформации³,

² Выбор трансформационного решения // Стратегия цифровой трансформации: написать, чтобы выполнить / под ред. Е. Г. Потаповой, П. М. Потеева, М. С. Шклярук. М.: РАНХиГС, 2021. С. 96–115. URL: <https://strategy.cdto.ranepa.ru/6-2-cifrovye-proekty-i-platformy> (дата обращения: 15.09.2022).

³ Анализ трансформационных решений по материалам кейсов цифровой трансформации в промышленности // АНО «Цифровая экономика» (по состоянию на 23.09.2022). URL: https://www.researchgate.net/publication/363821556_Digital_cases_analysis_based_on_DIGITAL-analysis_tool (дата обращения: 15.09.2022).

мы сформировали концепцию цифровой трансформации на примере промышленной организации, отвечающей на вопросы, не рассмотренные исследователями, работы которых проанализированы ранее в качестве примера типичных представлений о цифровой трансформации.

Причины проведения поиска трансформационного решения

Ключевым мотивом действий предпринимателя всегда является максимизация прибыли и удовлетворения потребителя. Чтобы найти пути решения этих задач, предприниматель ставит вопросы о том, эффективно ли работает созданная им организация и процессы в ней, нельзя ли повысить их эффективность. При этом он идентифицирует объект цифровой трансформации как участок процесса, процесс или организацию в целом.

Находя направления повышения эффективности, как показало более раннее исследование [6], инициатор цифровой трансформации руководствуется следующими ограничениями, снятие которых может повысить эффективность процесса или организации при поиске трансформационного решения:

- невозможность принятия решений в ограниченных интервалах времени ввиду невозможности быстрой обработки человеком выбора наилучшей альтернативы на основе поступающей информации или данных;
- несовершенство процесса или низкий уровень качества его выполнения из-за ограниченных возможностей человека или аналоговых машин;
- несовершенство способа предоставления либо способа заказа продукта или услуги, обусловленное тем, что потребители ожидают мгновенного удовлетворения их потребности;
- длительное время или большое расстояние, создающие барьеры для взаимодействия;
- необходимость взаимодействия людей с системами или машинами, которые должны самостоятельно принимать решения;
- несогласованность уровня доступности участников процесса или машин и механизмов для контроля или коммуникации;
- значительные расходы или усилия на создание рабочей среды людей, которые делают процесс либо его часть технически неосуществимыми или коммерчески нецелесообразными.

Повышение эффективности процесса или организации как основа трансформации могут быть ее основой, но проведение цифровой трансформации, в зависимости от состояния развития организации, может носить характер экспериментов, радикальной трансформации процессов либо быть выполненным через комплекс устойчивых изменений в рамках комплексного «портфеля» локальных трансформационных изменений [31]. Причина поиска трансформационного решения, как несовершенство объекта трансформации, объясняет суть запуска процесса цифровой трансформации для выбранного объекта цифровой трансформации, а созданные для принципала возможности ликвидации асимметрии информации с агентом-исполнителем [6] за счет того, что после внедрения трансформационного решения его доступ к данным может быть даже более полным, чем у агента, делают цифровую трансформацию осмысленной с точки зрения управления организацией.

При проведении исследования мы пришли к выводу о том, что реализация процесса цифровой трансформации организации в целом невозможна, поскольку сама по себе организация статична. Проведение цифровой трансформации видится возможным только для процесса либо комплекса процессов. Безусловно, можно одновременно трансформировать все процессы организации, если для этого предусмотрено достаточное количество компетентных руководителей цифровой трансформации в рамках масштаба ее деятельности. Но все же последовательный переход с одного уровня цифровой зрелости на другой возможен для каждого процесса в отдельности. Таким образом, любая цифровая трансформация организации — это цифровая трансформация комплекса ее главных процессов.

На основе этого понимания и ранее сделанных авторами исследования теоретических выводов и концептуальных разработок сформирована последовательность мероприятий по проведению цифровой трансформации процессов.

Последовательность мероприятий по проведению цифровой трансформации процесса

В ходе анализа кейсов цифровой трансформации нами выработана следующая траектория проведения цифровой трансформации

Последовательность мероприятий по проведению цифровой трансформации

Table 2. Series of digital transformation measures

Этап процесса	Инструменты	Ожидаемые результаты
Выявление объекта цифровой трансформации	<i>DIGITAL</i> -анализ [5] и вопрос о том, максимально ли эффективно работает анализируемая система	Гипотеза о том, какие участки процесса или процесс в целом могут быть трансформированы
Выявление изменяемых свойств трансформируемого объекта	«Цифровой двойник» или инструменты дизайн-мышления	Выявление особенностей объекта трансформации, которые могут повлиять на цифровую трансформацию
Оценка текущего состояния объекта трансформации	Анализ уровня цифровой зрелости трансформируемого объекта [4]	Оценка уровня цифровой зрелости объекта цифровой трансформации для выбора трансформационного решения и понимание состояния готовности объектам к внедрению решений на базе цифровых технологий
Сбор данных и моделирование	«Цифровой двойник» и инфраструктура сбора данных	Сбор и обеспечение контроля необходимых для работы решения на базе цифровых технологий данных, включая любые события и факторы, характеризующие поведение и состояние в рамках объекта цифровой трансформации
Разработка трансформационного решения	<i>DIGITAL</i> -анализ [5] и инструменты дизайн-мышления	Выбранное трансформационное решение, позволяющее достичь следующего уровня цифровой трансформации [4]
Детализация мероприятий по внедрению и эффекта от изменений	Инструменты управления проектами и программами	Программа или план мероприятий по проведению организационных изменений и внедрению решений на базе цифровых технологий
Управление трансформационными изменениями	Компетенции руководителя цифровой трансформации и инструменты изменений участников процессов в контексте теории «принципала-агента» [7]	Изменения ролей и ограничение пространства принятия решений всех участников трансформируемого процесса

для любого выделенного объекта трансформации на основе авторского инструмента *D*-цикла [6], как показано в таблице 2.

На всех этапах цифровой трансформации помощь предпринимателю-принципалу и руководителю цифровой трансформации должен оказывать «цифровой двойник» трансформируемого процесса, на важность которого указывает целый ряд исследователей [32].

В соответствии с нашими выводами «цифровой двойник» выполняет следующие функции:

1. Ограничивает задачи руководителя цифровой трансформации и предпринимателя-принципала с точки зрения максимально возможных изменений процесса во избежание нарушения функционирования трансформируемого объекта.

2. Обеспечивает для предпринимателя-принципала возможности увидеть максимально допустимые параметры функциони-

рования трансформируемого объекта, чтобы корректно установить показатели оценки работы руководителя цифровой трансформации.

3. Позволяет руководителю цифровой трансформации, руководителю, отвечающему за процесс, и предпринимателю-принципалу найти компромиссные решения относительно трансформации, чтобы они не привели к противоречиям в эксплуатации трансформируемого объекта.

Принимая решения на базе «цифрового двойника» и выбирая трансформационные решения так, чтобы обеспечить повышение уровня цифровой зрелости, руководитель цифровой трансформации должен руководствоваться ограничениями и драйверами:

1. Получение экономического, организационного или иного эффекта от внедрения трансформационного решения.

2. Этическая и ограниченная законодательством допустимость замещения чело-

века или аналоговых машин решениями на базе цифровых технологий.

3. Достижение стратегического перехода на следующий этап цифровой трансформации после внедрения трансформационного решения.

4. Сохранение или повышение удовлетворенности потребителя результатов работы трансформируемого объекта или организации в целом после внедрения одного или нескольких трансформационных решений.

Такая последовательность действий не может быть успешной, если она не будет поддержана управленческими изменениями, о которых речь пойдет далее в статье.

Изменение ролевой модели участников проектов цифровой трансформации

Важнейшим аспектом успешного проведения цифровой трансформации является изменение ролей в управлении процессами, которые подвергаются изменениям. Это изменение выступает в качестве основы цифровой трансформации в организации наряду с практической последовательностью действий по ее проведению.

Решая проблемы асимметричности информации в основных процессах организации, которые могут быть подвергнуты цифровой трансформации, их участники сталкиваются с созданием новых информационных «разрывов» между принципалом и агентом. Эти информационные противоречия теперь пролегают не в базовых процессах трансформированной промышленной организации, а в процессе цифровой трансформации, компетенции руководителя цифровой трансформации в котором становятся базой нового информационного барьера между ним (как агентом) и собственником бизнеса (как принципалом), что находит отражение в таблице 3.

Значимым изменением по итогам цифровой трансформации является не только изменение ролей в соответствии с приведенной схемой, но и появление коммуникаций нового типа, в рамках которых биологические и технологические участники процессов начинают взаимодействовать друг с другом при коммуникациях нового типа так, как если бы они все были живыми людьми, выполняющими комплекс операций. При этом агенты-машины способны принимать и оперативно обрабатывать такие объемы коммуникационных со-

общений, которые не могут находиться под контролем агентов-людей.

Кроме того, асимметричность информации ликвидируется за счет одинакового или даже более детального доступа к данным о процессах на основе цифровых решений для предпринимателя агента. В итоге возникает новое противоречие, основанное на том, что руководитель цифровой трансформации как агент изменений начинает обладать большей информацией и компетенциями о работе решений на базе цифровых технологий, чем принципал-предприниматель. Для его ликвидации в понимании использования цифровых технологий могут быть применены следующие компенсирующие меры:

1. Контракт между руководителем цифровой трансформации и организацией, ограничивающий применение им полученных знаний и компетенции.

2. Лицензионные ограничения, определяющие собственность предпринимателя-принципала на созданные цифровые активы, которые позволяют управлять производством.

3. «Цифровой двойник» производства как инструмент предпринимателя-агента по контролю действий руководителя цифровой трансформации и руководителя, исполняющего процесс, с точки зрения эффективности их действий.

4. Развитие компетенций предпринимателя до уровня руководителя цифровой трансформации.

Все эти изменения становятся основой того, чтобы создать организацию нового типа, которую мы называем бионической. В такой организации свойства, действия и роли живых и аналоговых участников процессов начинают выполнять автоматизированные системы и комплексы, получая их ответственность и полномочия. Это изменение требует принципиально новых подходов к регулированию и нормированию труда, управленческому контролю и действиям участников процессов.

Критический анализ авторской методики проведения цифровой трансформации

Одним из существенных критических замечаний к выводам авторов является то, что цифровая трансформация не обязательно должна быть направлена на замену аналоговых машин и человека. Она может быть

**Изменение ролей участников трансформируемых процессов
после проведения цифровой трансформации**

Table 3. Changes in the roles of participants according to the results of digital transformation

Участник/компонент трансформируемого процесса	Роль до трансформации	Роль после трансформации	Особенности
Участники процессов в организации			
Предприниматель-принципал	<ul style="list-style-type: none"> инвестиции в основные производственные активы; контроль бизнеса на основе отчетности показателей 	<ul style="list-style-type: none"> инвестирование в производственные и цифровые активы; контроль процессов на основе цифровых двойников и данных 	Контроль процессов может осуществляться с разных сторон при достаточном уровне развития инфраструктуры
Руководитель цифровой трансформации	<ul style="list-style-type: none"> Роль до трансформации отсутствовала 	<ul style="list-style-type: none"> управление цифровой трансформацией; выбор и внедрение трансформационных решений 	Руководитель цифровой трансформации также отвечает за трансформируемые процессы, а не только за технические решения
Руководитель, ответственный за процесс	<ul style="list-style-type: none"> организация выполнения и контроль процесса; запрос на ИТ-решения 	<ul style="list-style-type: none"> управление решениями на базе цифровых технологий для поддержки процесса; запрос на управление данными 	Руководитель, ответственный за процесс, начинает отвечать и за решения на базе цифровых технологий, на базе которых процесс будет работать
Исполнитель в трансформируемом процессе	<ul style="list-style-type: none"> выполнение операций; применение средств и предметов труда 	<ul style="list-style-type: none"> использование цифровых технологий; выполнение процесса на базе пространства принятия решений и предоставленных данных 	Агент-человек начинает выступать в роли управляющего для решений на базе цифровых технологий, а не того, что выполняет конечные операции
Агент-машина в трансформированном процессе	<ul style="list-style-type: none"> Роль до трансформации отсутствовала 	<ul style="list-style-type: none"> участие в процессах наряду с агентом-человеком; выполнение действий и принятие решений в рамках отведенного пространства принятия решений 	Агент-машина начинает участвовать в процессах после трансформации наряду с агентами-людьми
Средства и предметы труда			
Машины и механизмы	<ul style="list-style-type: none"> выполнение операций с участием человека 	<ul style="list-style-type: none"> выполнение операций под управлением решений на базе цифровых технологий; принятие решений с применением цифровых технологий в рамках сформированного пространства их принятия; 	Машины начинают активно участвовать в процессе под управлением агентов-людей и агентов-машин
Технологические инструкции	<ul style="list-style-type: none"> разъяснительная и информационная роль; предоставление сведений о процессах для их соблюдения 	<ul style="list-style-type: none"> основа для построения цифровых моделей и двойников; основание для контроля процессов и обучения цифровых моделей 	Технологические инструкции становятся автоматизированными и не могут быть нарушены без обнаружения таких фактов
ИТ-инфраструктура	<ul style="list-style-type: none"> работа с информацией и данными о процессах; информационная поддержка 	<ul style="list-style-type: none"> включение в состав производственной инфраструктуры; участие в производственном процессе 	Работа производства без ИТ-инфраструктуры становится невозможной, поскольку она передает данные цифровых решений

направлена на развитие и улучшение действий человека [33], что само по себе является компонентом этической обязанности собственника бизнеса.

Однако, полагаем, что новые возможности цифровых технологий позволяют не просто улучшить способности и компетенции, а заменить человека на рутинных, опасных или иных участках процессов промышленных предприятий, где ограничения природы человека влияют или могут влиять на эффективность процесса и его результаты. Невозможно утверждать, что решение на базе цифровых технологий развило или дополнило роли или функции человека на производстве, если это решение на базе цифровых технологий стало выполнять действия или принимать решения в рамках определенного участка процесса. Фактически такое решение заменило человека на определенном участке процесса. Замещая человека, цифровая трансформация в то же время дает новые возможности при трудоустройстве, формирует новые вызовы для участников трансформируемых процессов. В любом случае главным средством защиты от невостребованности на новом рынке труда, насыщенном теперь уже цифровыми технологиями, становятся не только опыт работы, но и компетенции в сфере их применения.

Выводы и результаты проведенного исследования

В ходе разработки концепции цифровой трансформации в рамках настоящего исследования получен ряд теоретических и практических результатов:

1. Сформулированы этапы цифровой трансформации промышленного предпри-

ятия в аспекте включенных в ее объем процессов.

2. Обобщены ранее разработанные нами концептуальные инструменты проведения цифровой трансформации, позволяющие выполнить ее без детальной подготовки.

3. Описаны изменения ролей участников процесса цифровой трансформации по итогам ее проведения.

4. Сформулированы конечные результаты цифровой трансформации.

5. Основные инструменты цифровой трансформации, разработанные нами, сгруппированы в порядке их применения для завершения цифровой трансформации.

6. Обоснован вывод о том, что цикл цифровой трансформации может неоднократно повторяться, поскольку итоговая стадия проведения цифровой трансформации — автономная система, может быть встроена во все более сложные экономические отношения и технические системы. Это дает возможности масштабирования бизнеса и бесконечного проведения цифровой трансформации.

Дальнейшие наши исследования в развитие результатов выполненной работы будут направлены на определение типового подхода к оценке потенциального экономического эффекта от проведения цифровой трансформации, формулирование подходов к построению трудовых отношений в условиях и по результатам проведения цифровой трансформации, включая этические аспекты применения цифровых технологий. Созданная нами концепция цифровой трансформации будет положена в основу проектов и программ проведения цифровой трансформации в различных отраслях промышленности. О результатах экспериментальной и проектной работы планируем сообщить далее в ряде публикаций в виде практических материалов.

Список источников

1. Абдрахманова Г. И., Васильковский С. А., Вишневский К. О. и др. Цифровая трансформация: ожидания и реальность: доклад к XXIII Ясинской (Апрельской) Междунар. науч. конф. по проблемам развития экономики и общества. М.: ИД Высшей школы экономики, 2022. 221 с. URL: <https://publications.hse.ru/pubs/share/direct/623194265.pdf> (дата обращения: 15.09.2022).
2. Sow M., Aborbie S. Impact of Leadership on Digital Transformation // Business and Economic Research. 2018. Vol. 8. No. 3. P. 139–148. DOI: 10.5296/ber.v8i3.13368
3. Gurusamy K., Srinivasaraghavan N., Adikari S. An Integrated Framework for Design Thinking and Agile Methods for Digital Transformation // Marcus A., ed. Design, user experience, and usability: Design thinking and methods (DUXU 2016). Cham: Springer-Verlag. 2016. P. 34–42. (Lecture Notes in Computer Science. Vol. 9746). DOI: 10.1007/978-3-319-40409-7_4
4. Попов Е. В., Симонова В. Л., Черепанов В. В. Уровни цифровой зрелости промышленного предприятия // Journal of New Economy. 2021. Т. 22. № 2. С. 88–109. DOI: 10.29141/2658-5081-2021-22-2-5

5. Попов Е. В., Симонова В. Л., Черепанов В. В. DIGITAL-анализ в цифровой трансформации // Экономика и управление. 2021. Т. 27. № 9. С. 672–686. DOI: 10.35854/1998-1627-2021-9-672-686
6. Popov E., Simonova V., Cherepanov V. D-Cycle as a core element of a digital transformation framework // SHS Web of Conferences. 2021. Vol. 128. P. 01019. DOI: 10.1051/shsconf/202112801019
7. Попов Е. В., Симонова В. Л., Черепанов В. В. Развитие теории принципала — агента в контексте цифровой трансформации // Управленец. 2022. Т. 13. № 3. С. 2–15. DOI: 10.29141/2218-5003-2022-13-3-1
8. Лепеш Г. В. Совершенствование форм взаимодействия между предприятиями в контексте цифровой трансформации // Техничко-технологические проблемы сервиса. 2020. № 2 (52). С. 3–10.
9. Gimpel H., Hosseini S., Huber R., Probst L., Röglinger M., Faisst U. Structuring Digital Transformation: A Framework of Action Fields and its Application at ZEISS // Journal of information technology theory and application. 2018. Vol. 19. No. 1. P. 31–54. URL: <https://aisel.aisnet.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1726&context=jitta> (дата обращения: 15.09.2022).
10. Vial G. Understanding digital transformation: A review and a research agenda // The Journal of Strategic Information Systems. 2019. Vol. 28. No. 2. P. 118–144. DOI: 10.1016/j.jsis.2019.01.003
11. Dengler K., Tisch A. Examining the relationship between digital transformation and work quality: Substitution potential and work exposure in gender-specific occupations // KZfSS Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie. 2020. Vol. 72. Suppl. 1. P. 427–453. DOI: 10.1007/s11577-020-00674-3
12. Li F. The digital transformation of business models in the creative industries: A holistic framework and emerging trends // Technovation. 2020. Vol. 92–93. 102012. DOI: 10.1016/j.technovation.2017.12.004
13. Heilig L., Lalla-Ruiz E., Voß S. Digital transformation in maritime ports: analysis and a game theoretic framework // Netnomics: Economic Research and Electronic Networking. 2017. Vol. 18. No. 2-3. P. 227–254. DOI: 10.1007/s11066-017-9122-x
14. Pihir I., Tomičić-Pupek K., Tomičić Furjan M. Digital Transformation Playground — Literature Review and Framework of Concepts // Journal of Information and Organizational Sciences. 2019. Vol. 43. No. 1. P. 33–48. DOI: 10.31341/jios.43.1.3
15. Hess T., Matt C., Benlian A., Wiesböck F. Options for Formulating a Digital Transformation Strategy // MIS Quarterly Executive. 2016. Vol. 15. No. 2. P. 123–139.
16. Lanzolla G., Pesce D., Tucci C. L. The Digital Transformation of Search and Recombination in the Innovation Function: Tensions and an Integrative Framework // Journal of Product Innovation Management. 2021. Vol. 38. No. 1. P. 90–113. DOI: 10.1111/jpim.12546
17. Van Veldhoven Z., Vanthienen J. Designing a Comprehensive Understanding of Digital Transformation and its Impact // 32nd Bled eConference — Humanizing technology for a sustainable society (Bled, June 16-19, 2019). Maribor: University of Maribor Press, 2019. P. 746–763. DOI: 10.18690/978-961-286-280-0.39
18. Gurbaxani V., Dunkle D. Gearing up for successful digital transformation // MIS Quarterly Executive. 2019. Vol. 18. No. 3. P. 209–220. DOI: 10.17705/2msqe.00017
19. Berman S., Marshall A. The next digital transformation: from an individual-centered to an everyone-to-everyone economy // Strategy and Leadership. 2014. Vol. 42. No. 5. P. 9–17. DOI: 10.1108/SL-07-2014-0048
20. Morakanyane R., O'Reilly P., McAvoy J., Grace A. Determining Digital Transformation Success Factors // Proceedings of the 53rd Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS 2020). (Maui, HI, January 7-10, 2020). Honolulu, HI: University of Hawaii, 2020. P. 4356–4365. DOI: 10.24251/HICSS.2020.532
21. Trennery B., Chng S., Wang Y., Shah Z. S. et al. Preparing workplaces for digital transformation: An integrative review and framework of multi-level factors // Frontiers in Psychology. 2021. Vol. 12. 620766. DOI: 10.3389/fpsyg.2021.620766
22. Issa A., Hatiboglu B., Bildstein A., Bauernhansl T. Industrie 4.0 roadmap: Framework for digital transformation based on the concepts of capability maturity and alignment // Procedia CIRP. 2018. Vol. 72. P. 973–978. DOI: 10.1016/j.procir.2018.03.151
23. Holmström J. From AI to digital transformation: The AI readiness framework // Business Horizons. 2022. Vol. 65. No. 3. P. 329–339. DOI: 10.1016/j.bushor.2021.03.006
24. Zapata M. L., Berrah L., Tabourot L. Is a digital transformation framework enough for manufacturing smart products? The case of Small and Medium Enterprises // Procedia Manufacturing. 2020. Vol. 42. P. 70–75. DOI: 10.1016/j.promfg.2020.02.024
25. Borangiu T., Trentesaux D., Thomas A., Leitão P., Barata J. Digital transformation of manufacturing through cloud services and resource virtualization // Computers in Industry. 2019. Vol. 108. P. 150–162. DOI: 10.1016/j.compind.2019.01.006

26. Goerzig D., Bauernhansl T. Enterprise Architectures for the Digital Transformation in Small and Medium-sized Enterprises // *Procedia CIRP*. 2018. Vol. 67. P. 540–545. DOI: 10.1016/j.procir.2017.12.257
27. Romero D., Flores M., Herrera M., Resendez H. Five Management Pillars for Digital Transformation Integrating the Lean Thinking Philosophy // 25th International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC). (Valbonne Sophia-Antipolis, June 17-19, 2019). Piscataway, NJ: IEEE, 2019. DOI: 10.1109/ICE.2019.8792650
28. Bianchini A., Pellegrini M., Saccani C., Rossi J. A new productive model of circular economy enhanced by digital transformation in the Fourth Industrial Revolution — An integrated framework and real case studies // XXIII Summer School “Francesco Turco” — Industrial Systems Engineering. (Palermo, September 12-14, 2018). Palermo: University of Palermo, 2018. P. 221–227.
29. Spremic M. Governing digital technology — how mature IT governance can help in digital transformation? // *International Journal of Economics and Management Systems*. 2017. Vol. 2. P. 214–223.
30. Korachi Z., Bounabat B. Integrated Methodological Framework for Digital Transformation Strategy Building (IMFDS) // *International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA)*. 2019. Vol. 10. No. 12. P. 242–250. DOI: 10.14569/IJACSA.2019.0101234
31. Li F. Leading digital transformation: three emerging approaches for managing the transition // *International Journal of Operations and Production Management*. 2020. Vol. 40. No. 6. P. 809–817. DOI: 10.1108/IJOPM-04-2020-0202
32. Butt J. A Conceptual Framework to Support Digital Transformation in Manufacturing Using an Integrated Business Process Management Approach // *Designs*. 2020. Vol. 4. No. 3. P. 17. DOI: 10.3390/designs4030017
33. Паскуале Ф. Новые законы робототехники. Апология человеческих знаний в эпоху искусственного интеллекта / пер. с англ. М.: Дело, 2022. 448 с.

References

1. Abdrakhmanova G.I., Vasil'kovskii S.A., Vishnevskii K.O. et al. Digital transformation: Expectations and reality. A report to the 23rd Yasinskaya (April) Int. sci. conf. on problems of economic and social development. Moscow: HSE Publ.; 2022. 221 p. URL: <https://publications.hse.ru/pubs/share/direct/623194265.pdf> (accessed on 15.09.2022). (In Russ.).
2. Sow M., Aborbie S. Impact of leadership on digital transformation. *Business and Economic Research*. 2018;8(3):139-148. DOI: 10.5296/ber.v8i3.13368
3. Gurusamy K., Srinivasaraghavan N., Adikari S. An integrated framework for design thinking and agile methods for digital transformation. In: Marcus A., ed. Design, user experience, and usability: Design thinking and methods (DUXU 2016). Cham: Springer-Verlag; 2016:34-42. (Lecture Notes in Computer Science. Vol. 9746). DOI: 10.1007/978-3-319-40409-7_4
4. Popov E.V., Simonova V.L., Cherepanov V.V. Digital maturity levels of an industrial enterprise. *Journal of New Economy*. 2021;22(2):88-109. (In Russ.). DOI: 10.29141/2658-5081-2021-22-2-5
5. Popov E.V., Simonova V.L., Cherepanov V.V. Digital analysis in digital transformation. *Ekonomika i upravlenie = Economics and Management*. 2021;27(9):672-686. (In Russ.). DOI: 10.35854/1998-1627-2021-9-672-686
6. Popov E., Simonova V., Cherepanov V. D-Cycle as a core element of a digital transformation framework. *SHS Web of Conferences*. 2021;128:01019. DOI: 10.1051/shsconf/202112801019
7. Popov E.V., Simonova V.L., Cherepanov V.V. The principal-agent problem amid digital transformation. *Upravlenets = The Manager*. 2022;13(3):2-15. (In Russ.). DOI: 10.29141/2218-5003-2022-13-3-1
8. Lepesh G.V. Improving the forms of interaction between enterprises in the context of digital transformation. *Tekhniko-tekhnologicheskie problemy servisa*. 2020;(2):3-10. (In Russ.).
9. Gimpel H., Hosseini S., Huber R., Probst L., Röglinger M., Faisst U. Structuring digital transformation: A framework of action fields and its application at ZEISS. *Journal of Information Technology Theory and Application*. 2018;19(1):31-54. URL: <https://aisel.aisnet.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1726&context=jitta> (accessed on 15.09.2022).
10. Vial G. Understanding digital transformation: A review and a research agenda. *The Journal of Strategic Information Systems*. 2019;28(2):118-144. DOI: 10.1016/j.jsis.2019.01.003
11. Dengler K., Tisch A. Examining the relationship between digital transformation and work quality: Substitution potential and work exposure in gender-specific occupations. *KZfSS Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie*. 2020;72(Suppl.1). P. 427–453. DOI: 10.1007/s11577-020-00674-3
12. Li F. The digital transformation of business models in the creative industries: A holistic framework and emerging trends. *Technovation*. 2020;92-93:102012. DOI: 10.1016/j.technovation.2017.12.004

13. Heilig L., Lalla-Ruiz E., Voß S. Digital transformation in maritime ports: Analysis and a game theoretic framework. *Netnomics: Economic Research and Electronic Networking*. 2017;18(2-3):227-254. DOI: 10.1007/s11066-017-9122-x
14. Pihir I., Tomičić-Pupek K., Tomičić Furjan M. Digital transformation playground — Literature review and framework of concepts. *Journal of Information and Organizational Sciences*. 2019;43(1):33-48. DOI: 10.31341/jios.43.1.3
15. Hess T., Matt C., Benlian A., Wiesböck F. Options for formulating a digital transformation strategy. *MIS Quarterly Executive*. 2016;15(2):123-139.
16. Lanzolla G., Pesce D., Tucci C.L. The digital transformation of search and recombination in the innovation function: Tensions and an integrative framework. *Journal of Product Innovation Management*. 2021;38(1):90-113. DOI: 10.1111/jpim.12546
17. Van Veldhoven Z., Vanthienen J. Designing a comprehensive understanding of digital transformation and its impact. In: 32nd Bled eConference — Humanizing technology for a sustainable society (Bled, June 16-19, 2019). Maribor: University of Maribor Press; 2019:746-763. DOI: 10.18690/978-961-286-280-0.39
18. Gurbaxani V., Dunkle D. Gearing up for successful digital transformation. *MIS Quarterly Executive*. 2019;18(3):209-220. DOI: 10.17705/2msqe.00017
19. Berman S., Marshall A. The next digital transformation: From an individual-centered to an everyone-to-everyone economy. *Strategy and Leadership*. 2014;42(5):9-17. DOI: 10.1108/SL-07-2014-0048
20. Morakanyane R., O'Reilly P., McAvoy J., Grace A. Determining digital transformation success factors. In: Proc. 53rd Hawaii Int. conf. on system sciences (HICSS 2020). (Maui, HI, January 7-10, 2020). Honolulu, HI: University of Hawaii; 2020:4356-4365. DOI: 10.24251/HICSS.2020.532
21. Trennery B., Chng S., Wang Y., Suhaila Z.S. et al. Preparing workplaces for digital transformation: An integrative review and framework of multi-level factors. *Frontiers in Psychology*. 2021;12:620766. DOI: 10.3389/fpsyg.2021.620766
22. Issa A., Hatiboglu B., Bildstein A., Bauernhansl T. Industrie 4.0 roadmap: Framework for digital transformation based on the concepts of capability maturity and alignment. *Procedia CIRP*. 2018;72:973-978. DOI: 10.1016/j.procir.2018.03.151
23. Holmström J. From AI to digital transformation: The AI readiness framework. *Business Horizons*. 2022;65(3):329-339. DOI: 10.1016/j.bushor.2021.03.006
24. Zapata M. L., Berrah L., Tabourot L. Is a digital transformation framework enough for manufacturing smart products? The case of small and medium enterprises. *Procedia Manufacturing*. 2020;42:70-75. DOI: 10.1016/j.promfg.2020.02.024
25. Borangiu T., Trentesaux D., Thomas A., Leitão P., Barata J. Digital transformation of manufacturing through cloud services and resource virtualization. *Computers in Industry*. 2019;108:150-162. DOI: 10.1016/j.compind.2019.01.006
26. Goerzig D., Bauernhansl T. Enterprise architectures for the digital transformation in small and medium-sized enterprises. *Procedia CIRP*. 2018;67:540-545. DOI: 10.1016/j.procir.2017.12.257
27. Romero D., Flores M., Herrera M., Resendez H. Five management pillars for digital transformation integrating the lean thinking philosophy. In: 25th Int. conf. on engineering, technology and innovation (ICE/ITMC). (Valbonne Sophia-Antipolis, June 17-19, 2019). Piscataway, NJ: IEEE; 2019. DOI: 10.1109/ICE.2019.8792650
28. Bianchini A., Pellegrini M., Saccani C., Rossi J. A new productive model of circular economy enhanced by digital transformation in the Fourth Industrial Revolution — An integrated framework and real case studies. In: XXIII Summer School “Francesco Turco” — Industrial Systems Engineering (Palermo, September 12-14, 2018). Palermo: University of Palermo; 2018:221-227.
29. Spremic M. Governing digital technology — how mature IT governance can help in digital transformation? *International Journal of Economics and Management Systems*. 2017;2:214-223.
30. Korachi Z., Bounabat B. Integrated methodological framework for digital transformation strategy building (IMFDS). *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*. 2019;10(12):242-250. DOI: 10.14569/IJACSA.2019.0101234
31. Li F. Leading digital transformation: Three emerging approaches for managing the transition. *International Journal of Operations and Production Management*. 2020;40(6):809-817. DOI: 10.1108/IJOPM-04-2020-0202
32. Butt J. A conceptual framework to support digital transformation in manufacturing using an integrated business process management approach. *Designs*. 2020;4(3):17. DOI: 10.3390/designs4030017
33. Pasquale F. *New laws of robotics: Defending human expertise in the age of AI*. Cambridge, MA, London: The Belknap Press of Harvard University Press; 2020. 344 p. (Russ. ed.: Pasquale F. *Novye zakony robototekhniki. Apologiya chelovecheskikh znaniy v epokhu iskusstvennogo intellekta*. Moscow: Delo; 2022. 448 p.).

Сведения об авторах**Виталий Вячеславович Черепанов**

соискатель ученой степени кандидата
экономических наук

Уральский институт управления — филиал
Российской академии народного хозяйства
и государственной службы (РАНХиГС)
при Президенте Российской Федерации
620144, Екатеринбург, 8 Марта ул., д. 66

Евгений Васильевич Попов

доктор экономических наук, доктор
физико-математических наук, профессор,
член-корреспондент РАН, директор Центра
социально-экономических исследований
и экспертиз

Уральский институт управления — филиал
Российской академии народного хозяйства
и государственной службы (РАНХиГС)
при Президенте Российской Федерации
620144, Екатеринбург, 8 Марта ул., д. 66

Поступила в редакцию 26.09.2022
Прошла рецензирование 18.10.2022
Подписана в печать 01.11.2022

Information about Authors**Vitalii V. Cherepanov**

PhD applicant

Ural Institute of Management, Branch
of the Russian Presidential Academy
of National Economy and Public Administration
(RANEPA)

66, 8 Marta str., Yekaterinburg 620144, Russia

Evgeny V. Popov

D.Sc. in Economics, D.Sc. in Physical
and Mathematical Sciences, Professor,
Corresponding Member of the RAS, Director
of the Center for Social and Economic Research
and Expertise

Ural Institute of Management, Branch
of the Russian Presidential Academy
of National Economy and Public Administration
(RANEPA)

66, 8 Marta str., Yekaterinburg 620144, Russia

Received 26.09.2022
Revised 18.10.2022
Accepted 01.11.2022

Конфликт интересов: авторы декларируют отсутствие конфликта интересов,
связанных с публикацией данной статьи.

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest
related to the publication of this article.