

МЕТОДОЛОГИЯ УПРАВЛЕНИЯ ПОРТФЕЛЯМИ, ПРОГРАММАМИ, ПРОЕКТАМИ

Проекты цифровой трансформации предприятия как драйвер реализации концепции Индустрии 4.0

Enterprise Digital Transformation Projects as a Driver for the Implementation of the Industry 4.0. Concept

DOI: 10.12737/2587-6279-2025-14-2-4-9

Получено: 11.01.2025 / Одобрено: 21.01.2025 / Опубликовано: 25.06.2025

Ташкинов А.Г.

Начальник Координационно-методического центра внедрения цифровой экономики УИТ АО «Пермский завод «Машиностроитель»;
канд. экон. наук, доцент кафедры экономики и управления промышленным производством, ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г. Пермь,
e-mail: alekss.perm@gmail.com

Tashkinov A.G.

Head of the Coordination and Methodological Center for the Introduction of the Digital Economy, JSC Perm Plant Mashinostroitel;
Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Department of Economics and Industrial Production Management, Perm National Research Polytechnic University, Perm,
e-mail: alekss.perm@gmail.com

Аннотация

В статье автор представляет исследование, которое вносит вклад в развитие теории и практики управления проектами цифровой трансформации промышленных предприятий: проводится анализ процесса перехода предприятия на цифровой уровень, рассматриваются ключевые аспекты проектов цифровой трансформации, которые активно реализуются на промышленных предприятиях. На основе этого анализа автор делает выводы, способствующие эффективному внедрению концепции Индустрии 4.0. Особое внимание уделяется инновационному подходу к производству, основанному на способности гибко генерировать и анализировать огромные массивы данных в режиме реального времени. В качестве примера рассматривается практический опыт внедрения проекта цифровой трансформации в контексте Индустрии 4.0 на предприятии, занимающемся изготовлением и выпуском авиационной продукции.

Ключевые слова: Индустрия 4.0, цифровизация, цифровая трансформация, проекты цифровой трансформации, управление проектом, маршрутно-нормативная спецификация.

Abstract

In the article, the author presents a study that contributes to the development of the theory and practice of project management of industrial enterprises digital transformation: an analysis of the process of enterprise transition to the digital level is carried out, key aspects of digital transformation projects that are actively implemented in industrial enterprises are considered. Based on this analysis, the author draws conclusions that contribute to the effective implementation of the concept of Industry 4.0. Special attention is paid to an innovative approach to production based on the ability to flexibly generate and analyze huge amounts of data in real time. Practical experience is considered as an example: the implementation of a digital transformation project in the context of Industry 4.0 at an enterprise engaged in the manufacture and production of aviation products.

Keywords: Industry 4.0, digitalization, digital transformation, digital transformation projects, project management, route and regulatory specification, project management, route and regulatory specification.

Введение

Развитие научных теорий в сфере социэкономии и динамизм экономических отношений в эпоху цифровой экономики привели к необходимости качественных исследований теории и практики управления предприятием в условиях цифровизации.

Современный бизнес-ландшафт с его постоянными изменениями и влиянием цифровых технологий оказывает значительное влияние на то, как компании принимают управленческие решения относительно проектного управления. С учетом этого текущая конкурентная ситуация, постоянные изменения в окружающей среде и влияние ряда других факторов оказывают существенное влияние на управление проектами. Мероприятия, повыша-

ющие устойчивость компании, часто реализуются в форме проектов, роль которых заключается в заполнении разрыва между целевым и фактическим уровнями устойчивости [1].

Сегодня цифровые технологии позволяют значительно ускорить внедрение инноваций в бизнес-среде. Компании должны адаптироваться к этому быстро меняющемуся ландшафту, чтобы оставаться конкурентоспособными. Организации должны коренным образом переосмыслить и трансформировать свои бизнес-модели, чтобы добиться успеха в непростом киберфизическом мире.

Цифровая трансформация выходит за рамки простого оцифровывания продуктов и услуг. Она позволяет организациям глубже понимать потребности клиентов и предвосхищать их, обеспечивая

более индивидуальное взаимодействие и предоставление продуктов и услуг, соответствующих ожиданиям их целевой аудитории. Эта трансформация обусловлена стремительным развитием цифровых инноваций, заставляет организации идти на опережение, чтобы оставаться конкурентоспособными.

В качестве еще одной научной проблемы можно упомянуть и вопрос осознания необходимости цифровой трансформации руководством и персоналом предприятия и создания единого видения во всех подразделениях и единой её стратегии [2]. В целом компаниям необходимо переосмыслить способы создания ценности и разработать новые стратегии, использующие преимущества цифровых технологий.

Повсеместное распространение и скорость, с которой развиваются цифровые технологии, приводят к постоянным изменениям в предпочтениях клиентов и структуре рынка, что вынуждает организации адаптироваться к новым требованиям. Сегодня все больше и больше организаций используют цифровые технологии для улучшения обслуживания клиентов и расширения своих ценностных предложений, анализируя данные об использовании продуктов, чтобы предоставить своим клиентам более персонализированный опыт.

Отправной точкой для работы по развитию цифровизации является понимание общего текущего статуса цифровизации организации и, таким образом, создание общей картины ее сильных и слабых сторон и возможных действий по улучшению на будущее [3].

Исходя из этого, способность компаний адаптироваться к будущим изменениям будет определять их шансы на выживание. Следует отметить важную особенность данной проблемы: существующая проблема рассматривается как академическим сообществом, так и в деловых кругах разнонаправленного бизнеса. Отметим, что существует большое беспокойство, касающееся последствий цифровой трансформации для бизнеса и того, как можно эффективно управлять предприятием в контексте цифровой трансформации. Цель данной статьи — рассмотреть проблемы, возникающие при реализации проектов цифровой трансформации промышленного предприятия и найти пути их решения.

Анализ перехода предприятия на цифровую трансформацию

Проведенный анализ по исследуемой проблеме позволил определить ключевые моменты по данной теме.

Цифровая трансформация считается комплексным процессом, посредством которого организации пересматривают свои бизнес-модели, операции и стратегии посредством интеграции цифровых технологий. Это изменение не ограничивается только внедрением технологических инструментов, но включает в себя глубокую переоценку организационной культуры, принятие новых форм функционирования и создание ценности посредством технологических инноваций [4].

Благодаря динамичному развитию больших данных, промышленного интернета вещей, искусственного интеллекта, машинного обучения, цифровых двойников и облачных вычислений и др. цифровых технологий, цифровая экономика меняет краткосрочные на долгосрочные ориентиры и становится для предприятий новым двигателем для достижения эффективного развития производственно-экономической системы. Трансформация цифровой экономики предполагает процесс перехода от традиционных бизнес-моделей к новым моделям, основанным на использовании информационно-коммуникационных технологий с целью адаптации к изменяющимся рыночным условиям и требованиям потребителей. Использование цифровых инструментов — таких как искусственный интеллект, машинное обучение, блокчейн, Интернет вещей, позволяет компаниям автоматизировать решение текущих задач и улучшить взаимодействие, как с клиентами, так и между отделами внутри организации [5].

Анализ научной литературы, посвященной цифровой трансформации существующих промышленных предприятий, позволяет нам сделать следующие выводы.

Сегодня цифровая трансформация затронула каждый бизнес, и цифровые инструменты изменили, пусть и незначительно, все виды работ. Технические навыки и увлечения новыми технологиями недостаточно для достижения успеха в цифровой экономике.

Цифровые технологии постоянно развиваются, и способы их использования также меняются. Это означает, что организации и их сотрудники находятся в состоянии постоянных изменений.

В эпоху данных, алгоритмов и искусственного интеллекта успех невозможен без цифрового мышления. Цифровое мышление — это способность по-новому взглянуть на мир и изменить свое поведение. Это набор методов, которые мы используем

для понимания и использования данных и технологий.

Задача создания цифрового представления сложных технических объектов на основе цифровых инструментов является актуальной. Это представление должно основываться на рассмотрении цифровых инструментов как многогранной системы.

Далее рассмотрим некоторые ключевые элементы проектов цифровой трансформации в промышленности.

Ключевые элементы проектов цифровой трансформации в промышленности

Проекты цифровой трансформации в промышленности фокусируются на внедрении технологий четвертой промышленной революции, концепции умной фабрики (например, такие как искусственный интеллект, большие данные, цифровая печать, цифровое производство, промышленный интернет вещей, дополненная, виртуальная реальность и др.).

Специально для промышленных предприятий операционные процессы должны все больше фокусироваться на качестве, производительности и низких затратах для обеспечения конкурентоспособности. Это определяется растущими потребностями потребителя, которые в цифровую эпоху требуют быстрой и эффективной реакции.

Эффективная система управления компаниями и проектами должна обеспечивать баланс между бизнесом и потребностями общества для стабильного развития предприятий в условиях растущей неопределенности окружающей среды. Для достижения такого баланса требуется комплексное внедрение концепции, учитывающей развитие в деятельности современных компаний [6].

Отметим, что ключевым аспектом концепции Индустрии 4.0 является создание цифровых двойников — виртуальных копий физических объектов или систем, которые позволяют анализировать данные и предсказывать возможные проблемы того, как они произойдут в реальности. Это позволяет предприятиям оптимизировать производственные процессы, уменьшая риски и увеличивая продуктивность.

Четвертая промышленная революция представляет собой не просто продолжение цифровой революции, но новую эпоху, в которой технологические инновации могут привести к слиянию физического и виртуального миров, создавая новые возможности и вызовы для промышленности и общества в целом.

Это развитие обладает огромным потенциалом для совершенствования процессов принятия стратегических и оперативных решений. В своей основе Индустрия 4.0 использует данные и возможности подключения для развития интеллектуальных сетей, характеризующихся высоким уровнем совместной работы, что в конечном итоге способствует значительному повышению общей производительности в промышленности.

В широком смысле Индустрия 4.0 представляет тренд автоматизации и обмена данными в технологиях производства, а в узком — переход к «умным фабрикам», состоящим из киберфизических систем, включая создание виртуальных копий фабрик с моделированием процессов производства для принятия управленческих решений и прогнозирования последствий. Индустрия 4.0 близка к глобальной тенденции *Internet of Things (IoT)* и её подвиду *Industrial Internet of Things (IIoT)* — способности отдельных «умных» устройств договариваться между собой для достижения общей цели посредством сети Интернет. В России Индустрия 4.0 нашла отражение в концепции «Фабрик будущего» (*FoF*), но понятие «Фабрики будущего» значительно шире. Если *Industry 4.0* предусматривает «умную фабрику» и для её моделирования — цифровую фабрику, то концепция «Фабрики будущего» дополнительно вводит понятие «виртуальной фабрики» — коллаборации умных и цифровых фабрик, позволяющей внешнему заказчику обратиться к множеству фабрик как к одной, обладающей всем набором возможностей составных [7].

Производительность труда, эффективность и конкурентоспособность современного предприятия сегодня как никогда ранее определяются возможностями быстрого и гибкого использования ключевых цифровых управленческих систем и технологий.

Таким образом, в эпоху перехода на новый этап развития концепции, цифровое производство, характеризующееся процессом автоматизации, становится актуальней темой цифровизации промышленности.

К цифровизации промышленности относят процесс создания нового цифрового пространства или единой системы, в которую внедряются производственное оборудование, системы обеспечения безопасности и жизнедеятельности предприятий. Процесс цифровизации обеспечивает высокую гибкость создания бизнес-моделей и в формировании боль-

шего охвата клиентской базы через интеграцию *Cyber-Physical System (CPS)* и *Internet of Things (IoT)* [8].

Основываясь на приведенных выше аргументах, предлагается перейти к проверке нашей гипотезы. Исходя из этого, рассмотрим возможный сценарий происходящих событий на конкретном предприятии. Данный сценарий представляет собой переход от традиционной модели к новой, использующей цифровые инструменты с целью адаптации предприятия к изменяющимся рыночным условиям.

В целом механизмы управления проектами цифровой трансформации в промышленности являются устоявшимся теоретическим объективом для описания различных организационных планов и подходов организаций к управлению предприятием. Они также могут учитывать специфику работы предприятия в организационном контексте цифровой трансформации с использованием Индустрии 4.0 [9].

Опыт АО «Пермский завод «Машиностроитель»» в реализации проекта цифровой трансформации

АО «Пермский завод «Машиностроитель»» (АО «ПЗ «Маш»») — крупное специализированное машиностроительное предприятие. АО «ПЗ «Маш»» входит в состав военно-промышленной корпорации «НПО машиностроения», в составе которого в 2012 г. вошло в корпорацию «Тактическое ракетное вооружение».

Далее представим практическую реализацию проекта цифровой трансформации применительно к специфике работы предприятия АО «Пермский завод «Машиностроитель»».

Автоматизация конструкторской и технологической подготовки производства является важнейшим этапом в жизненном цикле изделия. Далее опишем пошагово действия конструкторов и технологов при формировании маршрутно-нормативной спецификации (МНС). Конструкторы в соответствии с запросами от производства формируют конструкторский состав изделия, т.е. что необходимо изготовить. Технологи в соответствии с запросами от производства и снабжения описывают технологический состав изделия, т.е. какими средствами и из какого материала необходимо изготовить изделие. Наиболее важный документ в подготовке производства, который сочетает в себе одновременно конструкторские и технологические параметры изделия, — это маршрутно-нормативная спецификация (МНС).

Перечислим основные составляющие МНС:

- технологический состав изделия — конструкторский состав с технологическими образцами и различными испытаниями (что нужно изготовить);
- маршрут изготовления детали сборочных единиц (ДСЕ) — последовательность цехов в процессе изготовления каждой позиции (как нужно изготовить);
- подетальное и пооперационное нормирование (из чего нужно изготовить).

С целью реализации проекта цифровой трансформации, связанной с работой единого информационного пространства в инструментальном производстве, была осуществлена классификация проблем.

К первой группе были отнесены критические проблемы, которые заключались в следующем.

Старый клиент был частично интегрирован с комплексом решений «АСКОН». Это выражалось в том, что при формировании подетальных и пооперационных норм использовался только справочник «ПОЛИНОМ:MDM» (*Master Data Management* — управление мастер-данными и нормативно-справочной информацией) из всего перечня модулей. Остальное ПО «АСКОН» не было задействовано, а следовательно, и интегрировано.

Отсутствовала связь между конструкторским («ЛОЦМАН:PLM» (*Product Lifecycle Management* — управление жизненным циклом продукции) и технологическим составом (старый комплекс МНС). В данной ситуации конструктор формировал свой конструкторский состав в «ЛОЦМАН», а технолог формировал свой технологический состав в старом комплексе МНС, из-за этого одна и та же позиция по конструкторской документации находилась не только в разных системах, но и в разных системах управления базами данных (СУБД).

Старый функционал приходилось постоянно дорабатывать. Это было связано с тем, что структура МНС была разработана по тем требованиям, которые не учитывали характеристики изготавливаемых изделий, а они были конструктивно и технологически проще, в отличие от современных составов.

Ко второй группе были отнесены относительно критические проблемы, которые заключались в следующем.

Старый комплекс МНС имел технологические ограничения в разработке, так как был разработан на платформе, которая давно уже не поддержива-

ется, а именно, *Visual FoxPro*. Отсутствовал процесс согласования МНС в электронном виде, использовалась технология бизнес-логики «ЛОЦМАН *Work-Flow*». Проблема возникает из-за малой степени интегрированности, так как в комплексе решений «АСКОН» присутствует модуль для электронного согласования, но самой МНС в «ЛОЦМАН» нет. Таким образом, представленная классификация проблем дает представление об узких местах существовавшей в то время модели.

Для эффективной работы в едином информационном пространстве была разработана принципиально новая модель, которая представлена на рис. 1.

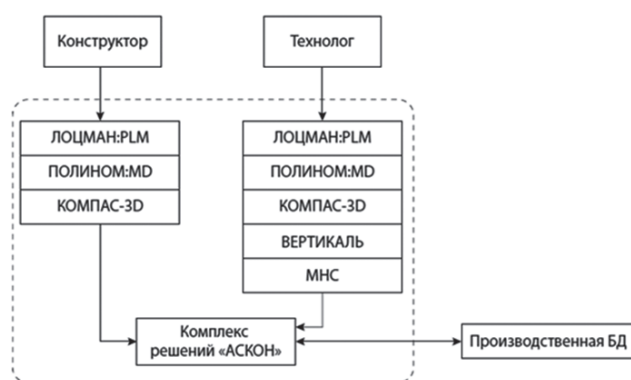


Рис. 1. Новая модель
АО «Пермский завод «Машиностроитель»»

Новая концепция Индустрия 4.0 предполагает работу в рамках единого информационного пространства — комплекса решений «АСКОН». Конструкторы и технологи работают в одном и том же ПО: «ЛОЦМАН:PLM».

Разработанная принципиально новая модель в рамках концепции Индустрии 4.0 сочетает в себе принципы бережливого и цифрового производства и, в отличие от существующих, обладает следующими преимуществами.

Вся конструкторская и технологическая подготовка производства теперь осуществляется в одном информационном пространстве, т.е. в одном комплексе, в одной системе управления базами данных (СУБД), следовательно, полностью интегрирована.

Литература

1. Аньшин В.М. Формирование портфеля проектов компании на основе принципов устойчивого развития [Текст] / В.М. Аньшин, Е.С. Манайкина // Вестник Института экономики Российской академии наук. — 2015. — № 1. — С. 126–140.

Осуществлена полная интеграция решений при разработке и согласовании технологического состава.

Появилась возможность формировать сложные объекты, что позволяет описать различные МНС. Конфигурация МНС разработана таким образом, что ее можно в процессе бесконечно усложнять, что позволяет формировать все более сложные составы изделий.

Сократилось время на формирование одной МНС. Полная интеграция и автоматизация процесса формирования МНС позволили снизить время разработки изделий.

Основываясь на данном опыте, нами представлено тематическое исследование, демонстрирующее, как методологическая основа, изложенная в статье, может быть применена в рамках проекта цифровой трансформации, позволяя организациям получить конкурентные преимущества, повысить эффективность своей деятельности и эффективно ориентироваться при реализации концепции Индустрии 4.0.

Заключение

Таким образом, цифровая трансформация предприятия в реальном секторе экономики открывает новые возможности для повышения эффективности бизнес-процессов и ускорения принятия решений. Использование цифровых инструментов позволяет создавать гибкие и масштабируемые модели управления, что крайне важно в быстро меняющейся среде. Объединив свои усилия, предприятия могут оптимизировать свою деятельность и реализовать проекты цифровой трансформации в контексте Индустрии 4.0.

Практический пример АО «Пермский завод «Машиностроитель»» реализации проекта цифровой трансформации служит примером того, как менеджеры могут получить конкурентное преимущество и эффективно справляться с вызовами в киберфизическом мире в рамках своей деятельности.

Руководители предприятий могут получить представление об управлении цифровыми технологиями и их последствиях для организационного проектирования и принятия управленческих решений с использованием технологий Индустрии 4.0.

2. Ульбашева Ф.Д. Проекты цифровой трансформации компаний как составляющая антикризисного управления [Текст] / Ф.Д. Ульбашева, Т.В. Подольская // Научные исследования и разработки. Российский журнал управления проектами. — 2024. — Т. 13. — № 1. — С. 50–59. — URL: <https://doi.org/10.12737/2587-6279-2024-13-1-50-59>

3. Matt Ch., Hess Th., Benlian A. (2015). Digital Transformation Strategies. *Business & Information Systems Engineering*, 57, 339–343. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12599-015-0401-5>
4. Hess Th., Matt Ch., Benlian A., Wiesböck F. (2016). Options for Formulating a Digital Transformation Strategy. *MIS Quarterly Executive*, 15, 123–139.
5. Tashkinov A.G. (2024) The implementation of lean and digital management techniques using Artificial intelligence in industrial settings. *Discover Artificial Intelligence*. Vol. 4, iss. 1, pp. 1–23. URL: link.springer.com/journal/44163/volumes-and-issues/4-1 DOI: doi.org/10.1007/s44163-024-00186-5, Scopus
6. Поваляева О.Н. Повышение устойчивости компании на основе принципов проектного управления. Научные исследования и разработки. *Российский журнал управления проектами*. — 2024. — Т. 12. — № 4. — С. 18–31. — URL: <https://doi.org/10.12737/2587-6279-2024-12-4-18-31>
7. Sanders A., Elangeswaran C., Wulfsberg J.P. (2016). Industry 4.0 implies lean manufacturing: research activities in industry 4.0 function as enablers for lean manufacturing. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 9(3), 811–833.
8. Hinsen S., Jöhnk J., Urbach N. 2019. “Disentangling the Concept and Role of Continuous Change for IS Research — A Systematic Literature Review,” in 40th International Conference on Information Systems (ICIS), Munich, Germany. December 15-18, 2019, pp. 1–17.
9. Ташкинов А.Г. Механизмы управления проектами цифровой трансформации предприятия на основе концепции Индустрии 4.0. Научные исследования и разработки. *Российский журнал управления проектами*. — 2025. — № 1. — С. 12–19. — DOI: [10.12737/2587-6279-2025-14-1-12-19](https://doi.org/10.12737/2587-6279-2025-14-1-12-19)
10. Economics of the Russian Academy of Sciences, 2015, no. 1, pp. 126–140.
11. Ulbasheva F.D., Podolskaya T.V. Digital transformation projects of companies as a component of anti-crisis management. (In Russ.) *Russian Journal of Project Management* 2024, v. 13, no. 1, pp. 50–59. URL: <https://doi.org/10.12737/2587-6279-2024-13-1-50-59>
12. Matt Ch., Hess Th., Benlian A. (2015). Digital Transformation Strategies. *Business & Information Systems Engineering*, 57, 339–343. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12599-015-0401-5>
13. Hess Th., Matt Ch., Benlian A., Wiesböck F. (2016). Options for Formulating a Digital Transformation Strategy. *MIS Quarterly Executive*, 15, 123–139.
14. Tashkinov A.G. (2024) The implementation of lean and digital management techniques using Artificial intelligence in industrial settings. *Discover Artificial Intelligence*, vol. 4, iss. 1, pp. 1–23. URL: link.springer.com/journal/44163/volumes-and-issues/4-1 DOI: doi.org/10.1007/s44163-024-00186-5
15. Povalyaeva O.N. Increasing the sustainability of the company based on the principles of project management. *Russian Journal of Project Management*. 2023, v. 12, no. 4, pp. 18–31. <https://doi.org/10.12737/2587-6279-2024-12-4-18-31>
16. Sanders A., Elangeswaran C., Wulfsberg J.P. (2016). Industry 4.0 implies lean manufacturing: research activities in industry 4.0 function as enablers for lean manufacturing. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 9(3), 811–833.
17. Hinsen S., Jöhnk J., Urbach N. 2019. “Disentangling the Concept and Role of Continuous Change for IS Research — A Systematic Literature Review,” in 40th International Conference on Information Systems (ICIS), Munich, Germany. December 15-18, 2019, pp. 1–17
18. Tashkinov A.G. Project management mechanisms for the digital transformation of an enterprise based on the concept of Industry 4.0. Scientific research and development. *Russian Journal of Project Management*. 2025, no. 1, pp. 12–19. DOI: [10.12737/2587-6279-2025-14-1-12-19](https://doi.org/10.12737/2587-6279-2025-14-1-12-19)

References