

Научная статья

УДК 658.5

DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.16609>



ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ СТРАТЕГИИ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

А.Г. Ташкинов ✉

Пермский национальный исследовательский политехнический университет,
г. Пермь, Российская Федерация

✉ alekss.perm@gmail.com

Аннотация. В статье проведен литературный обзор существующих теорий и практики взглядов на сущность и содержание понятия «цифровая трансформация промышленного предприятия». Определены основные тенденции развития цифровой трансформации в зарубежных отраслях промышленности Siemens PLM Software, Dassault Systèmes, ANSYS, PTC Siemens, General Electric, Boeing, Airbus, Lockheed Martin Space Systems. Изучены материалы по цифровой трансформации и цифровизации промышленности, представленные в отчетах Allied Market Research, PwC, McKinsey, Deloitte Industrial Transformation Framework, Accenture, Boston Consulting Group (BCG), промышленных компаний Siemens PLM Software, Dassault Systèmes, ANSYS, PTC, Siemens, General Electric, Boeing, Airbus, Lockheed Martin Space Systems. Однако, приходится констатировать, что данная концепция цифровой трансформации промышленного предприятия на отечественных предприятиях набирает только небольшие обороты и не находит практического применения, что в свою очередь говорит о потребности промышленных предприятий России в данном исследовании. Цель исследования – представить этапы формирования стратегии цифровой трансформации промышленного предприятия для эффективного развития производственно-экономической системы. Автором статьи получены следующие результаты. Проведен анализ, литературный обзор, на основе которого сделан вывод, что на сегодняшний день не существует единого общепринятого понятия «цифровая трансформация промышленного предприятия» его определения, несмотря на актуальность данной задачи. Введено в научный оборот определение «цифровая трансформация промышленного предприятия» с позиции трансформации внутренней среды управление предприятием, описана характеристика основных элементов цифровой трансформации предприятия. Представлен обзор реализации цифровых технологий в зарубежной и отечественной промышленности, показаны промежуточные итоги. Представлены этапы формирования стратегии цифровой трансформации промышленного предприятия, описаны основные этапы реализации дорожной карты. Выявлены факторы и риски, которые являются существенной проблемой при внедрении проекта цифровой трансформации. Предложены практические рекомендации по разработке стратегии цифровой трансформации предприятия для эффективного развития производственно-экономической системы.

Ключевые слова: дорожная карта; производственно-экономическая система; стратегия цифровой трансформации; управление предприятием; цифровая трансформация предприятия; цифровые технологии; цифровое мышление; этапы формирования

Для цитирования: Ташкинов А.Г. (2023) Этапы формирования стратегии цифровой трансформации промышленного предприятия. П-Economy, 16 (6), 117–141. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.16609>



STAGES OF FORMATION OF A STRATEGY FOR DIGITAL TRANSFORMATION OF AN INDUSTRIAL ENTERPRISE

A.G. Tashkinov ✉

Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russian Federation

✉ alekss.perm@gmail.com

Abstract. The article provides a literary review of existing theories and practices of views on the essence and content of the concept of “digital transformation of an industrial enterprise.” The main trends in the development of digital transformation in foreign industries were identified on the example of Siemens PLM Software, Dassault Systèmes, ANSYS, PTC Siemens, General Electric, Boeing, Airbus, Lockheed Martin Space Systems. The paper studied the materials on digital transformation and industrial digitalization presented in the reports of Allied Market Research, PwC, McKinsey, Deloitte Industrial Transformation Framework, Accenture, Boston Consulting Group (BCG), and of such industrial companies as Siemens PLM Software, Dassault Systèmes, ANSYS, PTC, Siemens, General Electric, Boeing, Airbus, Lockheed Martin Space Systems. However, we have to admit that this concept of digital transformation of an industrial enterprise is gaining only small momentum at domestic enterprises and does not find practical application, which in turn indicates that this study is of interest for the Russian industrial enterprises. The purpose of the study is to present the stages of forming a strategy for the digital transformation of an industrial enterprise for effective development of the production and economic system. The author of the article obtained the following results. An analysis and literature review was carried out, on the basis of which it was concluded that today there is no single generally accepted concept of “digital transformation of an industrial enterprise” and its definition, despite the relevance of this task. The definition of “digital transformation of an industrial enterprise” was introduced into scientific circulation from the perspective of transforming the internal environment of enterprise management. The characteristics of the main elements of the digital transformation of an enterprise were described. An overview of the implementation of digital technologies in foreign and domestic industry, as well as their intermediate results were shown. The stages of forming a strategy for the digital transformation of an industrial enterprise are presented, and the main stages of implementing the roadmap were described. Factors and risks that are a significant problem when implementing a digital transformation project were identified. The paper proposed practical recommendations for developing a strategy for the digital transformation of an enterprise to achieve effective development of the production-economic system.

Keywords: road map; production-economic system; digital transformation strategy; enterprise management; digital transformation of the enterprise; digital technologies; digital thinking; stages of formation

Citation: Tashkinov A.G. (2023) Stages of formation of a strategy for digital transformation of an industrial enterprise. *π-Economy*, 16 (6), 117–141. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.16609>

Введение

Индустрия 4.0 в целом и вектор цифровой трансформации, заданный указом президента «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» в частности определили цифровую трансформацию как приоритетное направление, без которого невозможно создавать высококонкурентную продукцию в наукоемких отраслях промышленности, что нашло свое отражение в стратегических документах, одним из которых стали стратегии цифрового развития предприятий, которые в свою очередь, реализуются через программы и проекты цифровой трансформации.

О цифровой трансформации говорят руководители компаний, политики и ученые. Одни называют ее четвертой промышленной революцией, другие предлагают комбинированный подход при рассмотрении стратегии цифровой трансформации.

Благодаря своей сокрушительной мощи цифровая трансформация попадает в фокус внимания делового мира. О ней говорят на совещаниях СЕО, отраслевых конференциях, в годовых отчетах. Недавно Economist Intelligence Unit обнаружила, что тема цифровой трансформации стоит во главе повестки дня на совещаниях совета директоров у 40% СЕО. Но руководители трактуют это понятие по-разному. Лидеры, сфокусированные на цифровой трансформации, понимают, что их компаниям ради выживания придется измениться. И они проактивны в отношении этого процесса [1].

Существующие обзоры литературы цифровой трансформации промышленного предприятия, так и самой стратегии цифровой трансформации подчеркивают значимость организационных изменений и реструктуризации под влиянием технического прогресса. Тем не менее, несмотря на важность этой темы, академическим исследованиям до сих пор не хватает обоснованного понимания того, как достижения в области цифровых технологий способствуют реорганизации и изменениям в производственно-экономической системе управления предприятием.

Развитие научных теорий в социально-экономической сфере и динамизм хозяйственных связей в эпоху формирования цифровой экономики привели к необходимости исследований теории и практики цифровой трансформации предприятия.

Анализ литературы показал, что решением вопросов цифровой трансформации предприятий, так и самой стратегии занимаются ученые как за рубежом, так и в России. В России это ученые-экономисты, эксперты в данной области.

В статье Глухова В.В., Бабкина А.В., Шкарупеты Е.В., рассмотрены основные вопросы, связанные с формированием теоретического базиса и концептуального подхода к цифровому стратегированию промышленных систем [2]. Гилева Т.А., Гилёв Г.А. предлагают рассматривать формирование стратегии цифровой трансформации предприятия в экосистемной экономике [3]. Буркальцева Д.Д., Костень Д.Г., Воробьев Ю.Н., рассматривают термин «цифровая экономика» – тип экономики, основанный на практическом использовании новых цифровых технологий, сбора, хранения, обработки, передачи информации, заключенную в сложную систему социально-экономических и организационно-технических отношений, включающую множество элементов [4]. Автор Боровков А.И. показывает тенденции развития цифровизации в России [12]. Кобзев В.В., Скоробогатов А.С. рассматривают тенденции развития промышленных предприятий в части цифровизации технологических цепей, жизненного цикла изделий и создания цифровых двойников. Авторы на основе разработанных индикаторов предлагают экономико-математическую модель для оценки влияния инвестиционных проектов по цифровизации [23]. Коллектив ученых Ляндау Ю.В., Масленников В.В., Калинина И.А., Попова Е.В., Бирюков Е.С. рассматривают понятие «цифровая трансформация предприятия», которое исследуется ими с позиции организационной структуры предприятия. Флек Е.А. Угнич Е.Ю. рассматривают термин «цифровая трансформация предприятия» на основе процессного, отраслевого и технологического подходов [5]. Сидорова О.В. раскрывает основные элементы, которые позволяют успешно реализовать проекты по оптимизации бизнес-процессов, цифровой трансформации¹. В монографии авторы Забайкин Ю.В., Капитонова Ю.С., Харламов М.Ф. показывают отличительные особенности понятие «цифровая трансформация предприятия» и «цифровизация предприятия» [7].

Из зарубежных ученых можно выделить Томас Сибел [1], Alejandro Germán Frank, Lucas Santos Dalenogare, Néstor Fabián Ayala [9], John Richard Hicks [10], Klaus Schwab [17], Onu Peter, Anup Pradhan, Charles Mbohwa [15], Matt C., Hess T., Benlian A [18, 19]. Nigel Vaz [21], Faisal Hoque [22].

Томас Сибел, Onu Peter и др. показывают тенденции развития цифровых технологий в зарубежной промышленности [1, 15]. Klaus Schwab показывает тенденции развития цифровых платформ в зарубежной промышленности [17]. Matt C., Hess T., Benlian A. рассматривают

¹ Сидорова Е.Ю. (2023) Основы цифровой экономики и трансформации бизнеса: учебник / коллектив авторов; под ред. Е.Ю. Сидоровой. - Москва: КНОРУС. 260 с.

термин «стратегия цифровой трансформации» [18, 19]. Nigel Vaz, Faisal Hoque [21, 22] в своем практическом исследовании показывают тенденции развития цифровой трансформации бизнеса за рубежом, описывают целостный и междисциплинарный подход, который позволяет с использованием цифровых технологий компаниям добиваться более высоких бизнес-результатов, конкурентных преимуществ.

Однако, несмотря на проведенные исследования по цифровой трансформации промышленного предприятия, существуют нерешенные вопросы, – это сами предприятия, и их готовность к проведению цифровой трансформации. Если цифровые технологии уже доступны в России, то с разработкой стратегией, бизнес-моделей и организационной возможностью существуют проблемы. В тоже время отсутствие хотя бы одной составляющей делает цифровую трансформацию предприятия невозможным.

Объект исследования – промышленные предприятия, участвующие в цифровой трансформации экономики страны и внедряющие управленческие решения, направленные на эффективное развитие производственно-экономической системы.

Предмет исследования – управленческие отношения и способы управления процессами, возникающие при цифровой трансформации предприятия, в части реализации проектов.

Цель исследования – определить основные тенденции цифровой трансформации развития промышленных предприятий в части новой бизнес-модели предприятия в едином информационном пространстве. Представить этапы формирования стратегии цифровой трансформации промышленного предприятия для эффективного развития производственно-экономической системы.

Задачи исследования:

- провести анализ литературы в части: рассмотрения термина «цифровая трансформация промышленного предприятия»
- сформировать авторское определение «цифровая трансформация промышленного предприятия» с позиции развития цифровой экономики трансформации внутренней среды управление предприятием;
- описать характеристику основных элементов цифровой трансформации промышленного предприятия;
- представить обзор реализации цифровых технологий в зарубежной промышленности: показать промежуточные итоги;
- представить обзор реализации цифровых технологий в отечественной промышленности: показать промежуточные итоги;
- обосновать возможность цифровой трансформации промышленного предприятия;
- представить этапы формирования стратегии цифровой трансформации промышленного предприятия, описать основные этапы реализации дорожной карты;
- предложить практические рекомендации реализации стратегии цифровой трансформации промышленного предприятия.

Методы исследования – в ходе выполнения научного исследования использовались методы дедукции и индукции, системного и критического анализа, статистические данные из открытых интернет-источников. В качестве методов исследования применяются синтез и систематизация изученных материалов.

Материалы исследования

Для проведения научно-практического исследования использовался материал статей по бережливому производству, цифровой экономике, цифровой трансформации, и управление промышленным предприятием отечественных и зарубежных ученых, опубликованных в период с 2017 по 2023 годы. Статьи были получены из открытых источников в сети Internet на цифровых платформах elibrary.ru и elsevier.com.

Изучены материалы по цифровой трансформации и цифровизации промышленности, представленные в отчетах Allied Market Research, PwC, McKinsey, Deloitte Industrial Transformation Framework, Accenture, Boston Consulting Group (BCG) промышленных компаний Siemens PLM Software, Dassault Systèmes, ANSYS, PTC, Siemens, General Electric, Boeing, Airbus, Lockheed Martin Space Systems. С целью развития цифровой экономики с использованием концепции бережливого производства на промышленном предприятии в контексте цифровой трансформации, автором рассмотрены основные этапы реализации цифровых технологий по авиационной и наземной тематике на отечественном предприятии АО «ОДК-Авиадвигатель». Представлены мероприятия – проекты цифровой трансформации в работе АО «Пермский завод «Машиностроитель».

Цифровая трансформация предприятия обусловлена тем, что в условиях санкционного давления со стороны недружественных стран и острого вопроса по импортозамещению программного обеспечения, а также двукратным ростом объемов выпуска продукции и роста производительности труда существует острая необходимость внедрения информационно-коммуникационных технологий. За счет, которых трансформируются устоявшиеся бизнес-процессы предприятия, появляются их новые формы.

Учитывая вышеперечисленные задачи и способ их реализации, научное исследование является востребованным и актуальным.

Результаты исследования

Систематизация и обобщение существующих в теории и практике взглядов на сущность и содержание цифровой трансформации предприятия.

Далее перейдем к систематизации понятия «цифровая трансформация промышленного предприятия».

На сегодняшний момент данное понятие цифровая трансформация промышленного предприятия рассматривают различные ученые, эксперты в данной области.

В настоящий момент единого понимания цифровой трансформации промышленного предприятия не существует. Термин «цифровая трансформация предприятия» может применяться не только по отношению к предприятию, но и к отрасли, государству и др.

Так, по мнению авторов, Гилевой Т.А., Бабкина А.В., Гилёва Г.А. стратегия развития современного предприятия, которая по своей сути становится стратегией цифровой трансформации, должна учитывать изменения, связанные с распространением бизнес-экосистем, и использовать их для укрепления своих конкурентных преимуществ [3]

Далее, по мнению коллектива авторов учебника «Цифровой менеджмент» Ю.В. Ляндау, В.В. Масленникова, И.А. Калининой, Е.В. Поповой, Е.С. Бирюкова, определение «цифровая трансформация предприятия» имеет принципиальное отличие, которое заключается от перехода иерархической структуры в цифровую организационную структуру управления и заключается в сквозном использовании цифровых технологий для обеспечения эффективного взаимодействия субъекта и объекта управления, начиная от производственного персонала и линейных менеджеров и заканчивая советом директоров в компании или руководством экосистемы в целом. В целом они предлагают рассматривать экономическую деятельность, осуществляемую в едином информационном пространстве, основанную на цифровых технологиях, объединяющих все необходимые ресурсы для программно-управляемого жизненного цикла создания ценностей (товаров, работ, услуг) с использованием цифровых двойников, интернет-вещей, анализа больших данных, технологий блокчейна².

Цифровые организационные структуры управления полностью не отменяют иерархию, однако кардинально меняют принцип и работы ее участников, которые подключены к цифровой платформе.

² Ляндау Ю.В., Масленников В.В., Калинина И.А., Попова Е.В., Бирюков Е.С. (2022) Цифровой менеджмент: учебник. Москва, КНОРУС, 208 с.

На наш взгляд, с точки зрения управления организационной структуры, процессный подход к управлению при цифровой трансформации предприятия является основополагающим, т.к. основан на выделении бизнес-процессов связанных работ или процедур, в совокупности реализующих конкретную цель текущей хозяйственной деятельности в рамках существующей организационной структуры промышленного предприятия [6].

По мнению Е.Ю. Сидоровой «цифровая трансформация предприятия» должна в себя включать основные элементы, которые позволяют успешно реализовать проекты по оптимизации бизнес-процессов, цифровой трансформации. Автор предлагает вначале определить цели цифровой трансформации, объект и предмет, стратегию и путь, разработать «дорожную карту», определить барьеры и рационально подойти к реализации стратегии цифровой трансформации и дорожной карты³.

По мнению Н.С. Зинчик, О.В. Кадырова, Ю.И. Ростова, «цифровая трансформация предприятия» должна учитывать проекты бережливого производства, направленные на оптимизацию бизнес-процессов с использованием цифровых технологий, которые объединяют работу с процессами и людьми⁴.

Так авторы: Ю.В. Забайкин, Ю.С. Капитонова, М.Ф. Харламов предлагают свой взгляд на данный термин. По их мнению, «цифровая трансформация предприятия представляет собой сложный процесс преобразований на основе использования цифровых технологий, она предполагает фундаментальное переосмысление того, как работает организация и как она взаимодействует с окружающей средой [7].

Отметим, что вышеназванные авторы предлагают разграничить понятие «цифровая трансформация предприятия» и «цифровизация предприятия», что чаще всего отождествляются, и под цифровизацией в дальнейшем понимать социально-экономический процесс предварительной цифровой трансформации и формирует его основу, суть которого заключается в реструктуризации и преобразовании каналов коммуникаций вокруг используемых цифровых технологий (настройки так называемой цифровой взаимодействия).

Кунцман А.А. рассматривает данное определение с позиции трансформации внутренней и внешней среды. Под цифровой трансформацией подразумевается комплексное преобразование: замена старого на новое, освоение новых технологий, настройка бизнес-процессов, переход к новым сервисам, новые способы получения дохода, фундаментальное переосмысление того, как работает организация и как она взаимодействует с окружающей средой. Цифровая оптимизация, в свою очередь, – это новые инициативы, направленные на совершенствование уже существующих бизнес-процессов, продуктов, сервисов путем внедрения новых технологий [20].

Коллектив зарубежных авторов Alejandro Germán Frank, Lucas Santos Dalenogare, Néstor Fabián Ayala, предлагают рассматривать «цифровую трансформацию предприятия», как концепцию умного производства, которая предполагает интеграцию жизненного цикла продукта со всей деятельностью завода цепочки поставок, производственных процессов с обязательным изменением способа работы людей [9].

Рассматривая внутреннюю среду предприятия, остановимся на понимании цифровой трансформации применительно к предприятию. Но даже в этом случае цифровую трансформацию можно рассматривать с разных позиций и соответственно, придавать ей различный смысл. Так, инженеры и разработчики видят в цифровой трансформации технологии, на которых базируется процесс производства, бизнес-консультанты полагают, что в центре цифровой трансформации лежат, скорее, не технологии, а переосмысление стратегии компании. Специалисты по персоналу видят задачу цифровой трансформации в подборе персонала с новым мышлением и пониманием цифрового бизнеса.

³ Сидорова Е.Ю. (2023) Основы цифровой экономики и трансформации бизнеса: учебник / коллектив авторов; под ред. Е.Ю. Сидоровой. – Москва: КНОРУС. 260 с.

⁴ Зинчик Н.С. (2023) Бережливое производство: учебник / Н.С. Зинчик, О.В. Кадырова, Ю.И. Ростова, А.Г. Бездудная; под общ. ред. А.Г. Бездудной. – Москва: КНОРУС, 204 с.

Следует заметить, что процесс цифровой трансформации охватил большую часть мира, но само понятие и данные о количественных показателях цифровой экономики остаются по-прежнему ограниченными, на это указывают английские исследователи Бухт Р. и Хикс Р. [10].

Так как *объектом нашего исследования является промышленное предприятие*, автором предлагается рассмотреть понятие «цифровая трансформация предприятия» с позиции развития цифровой экономики внутренней среды управление предприятием. Процесс формирования внутренней среды управление предприятием оказывает воздействие на основные процессы производства при выпуске продукции, вспомогательные и обслуживающие процессы, осуществляющие выпуск и реализацию продукции.

На современном этапе деятельность предприятия невозможна без организации информационного единства, которое определяется общностью информационных потоков, поддерживающих процессы производства и финансово-хозяйственного управления [11].

Как правило, структура промышленного предприятия представляет собой состав и соотношение входящих в него подсистем, выделяемых по критериям организационных, производственных и управленческих процессов [4]. Соответственно, можно выделить организационную структуру производства и управления. В состав первой входят такие функциональные подразделения, как основные цеха, производственные участки конструкторские, проектное бюро, химические лаборатории. В состав второй – службы, отделы и иные подразделения аппарата управления, отношения между которыми поддерживаются благодаря функциональным связям, которые принято подразделять на горизонтальные и вертикальные. К структурным единицам здесь можно отнести Организационно-административный отдел, планово-экономический отдел, производственно-диспетчерский отдел, Координационно-методический центр внедрения цифровой экономики управление информационными технологиями, отдел технического развития, финансовый отдел, главную бухгалтерию, отдел кадров и технического обучения и др. Структура предприятия устанавливается исходя из объёма и содержания решаемых им задач, направленности и интенсивности, сложившихся информационных и документационных потоков, с учётом ее организационных и материальных возможностей. Конечно, условия формирования цифровой экономики и решение задачи повышения эффективности в этих условиях не могут не отразиться на структуре предприятия. Данные условия обозначают для предприятий принципиально новые общеметодологические подходы при подготовке производства и освоению новой высокотехнологичной продукции при использовании информационных технологий с вовлечением персонала.

Отсюда следует, что предприятие, когда осознает, что есть необходимость перехода цифровой трансформации, то его организационная структура и все связи функциональных подразделений начинают перестраиваться под новые требования внешней и внутренней среды, а отсюда возникает неизбежность процесса трансформации, т.е. устоявшегося мышления, в переход его в обновленное «цифровое мышление».

Для устоявшихся предприятий это требует перехода от мышления о продукте к мышлению о программном обеспечении. Традиционно предприятия мыслят линейно, имея четкое начало и конец разработки продукта. С другой стороны, разработка и управление программным обеспечением непрерывны и постоянно развиваются, добавляя новые функциональные возможности и внося изменения в ответ на требования клиентов, бизнеса и рынка. Это позволяет более быстро реагировать на скорость и масштаб изменения ожиданий потребителей. Цифровая трансформация сродни перманентным изменениям, добровольному режиму, который признает трансформацию не как одноразовое усилие, а как постоянное обязательство адаптироваться в соответствии с меняющимися потребностями клиентов и меняющимися отраслевыми требованиями.

Под цифровым мышлением подразумевается набор установок, убеждений и моделей поведения, которые позволяют людям понимать возможности и риски, связанные с цифровыми технологиями, и применять такие технологии в своей повседневной жизни [2].

Отсюда следует вывод, что для перехода от мышления о продукте к мышлению о программном обеспечении, предприятия должны использовать цифровое мышление как стратегическую возможность для инвестиций и получения прибыли.

По словам А.И. Боровкова, цифровая промышленность преодолевает многие ограничения, повышает производительность, качество и безопасность. Но для этого необходимы значительные инвестиции и повышение уровня компетенций инженерных кадров, обладающих технологией нового мышления, способные на начальном этапе избегать проблем. Вместе с тем, практика показывает, что в России пока не все компании готовы к цифровизации [12].

Изменение же самой структуры промышленного предприятия происходит в рамках следующих функциональных подразделений:

- технологический блок – создание единых автоматизированных систем управления жизненным циклом изделия, систем управления технологическими процессами гибких производственных систем, разделяемых на модули технологические цепочки, производственные участки и др.;
- перевод в единое цифровое пространство отделов конструкторской, технической документации, технологической подготовки производства, стандартизации, информации и др.;
- финансово-экономический блок – приведение к единообразной системе данных бухгалтерского, управленческого учета, учета и обеспечения нормирования запасов: перевод в единое цифровое пространство деятельности управлений (отделов): планово-экономического, финансового, бухгалтерии, канцелярии
- блок цифровой экономики – создание и техническая поддержка единого информационного пространства систем конструкторско-технологической подготовки производства и сопровождение жизненного цикла изделия с целью сокращения сроков производства и повышения качества продукции;
- обеспечение внедрение новых видов программного обеспечения при автоматизированном проектировании технологических процессов, совместимость технологий, разработанных в электронном виде и расширение применяемых методов для всех видов производств;
- внедрение новых и цифровизацию существующих бизнес-процессов предприятия в едином информационном пространстве;
- сопровождение направлений по развитию производственной системы, посредством методологической поддержки;
- реализации системы подачи и реализации кайдзен-предложений по улучшениям;
- координация работы, мониторинг выполнения ключевых показателей эффективности;
- применение методологии бережливого производства к повышению эффективности ИТ-сервисов.

Трансформируемость – это решающий фактор успеха в современном производстве. Лишь предприятия, которые могут оперативно адаптировать свою структуру, и имеют для этого оперативные процессы планирования и внедрения изменений, могут успешно развиваться и конкурировать в условиях возрастающей динамики рынка [13].

Резюмируя вышеизложенное, ключевые изменения различных элементов управления промышленным предприятием, обусловленные становлением цифровой экономики, представим в табл. 1.

Вышеперечисленные элементы управления промышленным предприятием и ключевые особенности расширяют возможности для повышения эффективности деятельности промышленного предприятия, что приводит к широкомасштабному изменению работы структурных подразделений в условиях цифровой трансформации предприятия.

Учитывая данное положение, перейдем к описанию основных элементов, раскрывающие содержание цифровой трансформации промышленного предприятия.

Основными элементами, раскрывающими содержание цифровой трансформации промышленного предприятия, являются цель, объект, предмет и подходы к ее реализации. В табл. 2 дана характеристика основных элементов цифровой трансформации предприятия.

Таблица 1. Элементы управления промышленным предприятием, обусловленные становлением цифровой экономики
Table 1. Elements of industrial enterprise management determined by the emergence of the digital economy and the transition of enterprises to digital transformation

Элементы управления предприятием	Ключевые особенности цифровой экономики
Организационная структура предприятия	<ul style="list-style-type: none"> – осуществление организационных изменений в ключевых функциональных подразделениях; – создание Координационно-методического центра внедрения цифровой экономики управление информационными технологиями с учетом реализации цифровых решений, сервисов; – выстраивание обратной связи со всеми структурными подразделениями
Организационно-технические характеристики предприятия	<ul style="list-style-type: none"> – необходимость формирования новых бизнес-моделей управления технологиями и данными; – децентрализация при принятии и реализации управленческих решений осуществляется на основе делегирования соответствующих полномочий; – применение цифровых технологий в основных процессах производства
Незадействованные ресурсы, резервы	<ul style="list-style-type: none"> – ключевые ресурсы – информация, знания, кадры; – неиспользуемый задействованный персонал в подаче и реализации кайдзен-предложений по улучшениям

Таблица 2. Характеристика основных элементов цифровой трансформации промышленного предприятия
Table 2. Characteristics of the main elements of digital transformation of an industrial enterprise

Основные элементы	Содержание
Цель	Эффективное развитие производственно-экономической системы на основе цифровых технологий с вовлечением персонала
Объект	Предприятие, осуществляющее перестройку и преобразование концепции посредством перевода системы в цифровое пространство
Предмет	Единство процессов внедрения трансформирующих цифровых технологий, организация взаимодействия всех участников процессов цифровой трансформации
Подходы к реализации	Системный, Процессный, Проектный

Учитывая вышеприведенную таблицу, дадим определение с точки зрения, управления предприятием в процессе цифровой трансформации.

Цифровая трансформация промышленного предприятия – это качественное улучшение производственных и бизнес-процессов за счет внедрения современных концепций управления предприятием, а также адаптация существующих и настроенных бизнес-моделей в условиях современной цифровой экономики, которая позволяет изменять устоявшееся мышление, и осуществить переход его в обновленное «цифровое мышление» персонала и трансформировать культуру организации.

Исходя из этого, цифровая трансформация промышленного предприятия затрагивает в большей степени не новые технологии, а преобразования «цифрового мышления» и культуры в организации. В этом случае, с точки зрения цифровой трансформации, организационная культура становится значимой и важной.

Стоит отметить очень важную особенность данного термина. Цифровая трансформация предприятия происходит на основе внедрения и применения цифровых технологий, что является дополнительным конкурентным преимуществом, т.к. цифровая трансформация предприятия происходит именно за счет цифровых технологий с вовлечением персонала.

Если определять канонически, то цифровая трансформация предприятия – это трансформация производственно-экономической системы управления предприятием путём пересмотра стратегии, моделей, операций, продуктов, проектного подхода и целей за счёт внедрения, развития и реализации цифровых инноваций. Она призвана ускорить выпуск продукции и рост производительности труда.

Таким образом, цифровая трансформация промышленного предприятия предполагает разработку стандартизированных работ/услуг на основе оцифровки и цифровой модернизации существующих бизнес-процессов. Это позволяет предприятиям расширять свои конкурентные преимущества, способствовать совместным и открытым инновациям, а также повышать эффективность цифровых проектов трансформации. Используя накопленные данные, цифровая трансформация предприятий приводит к смене парадигмы инноваций, появлению конкурентных преимуществ и укреплению независимых инновационных возможностей. Благодаря цифровым технологиям, таким как большие данные, Интернет и искусственный интеллект, предприятия могут быстро и всесторонне получать важную информацию, такую как рыночный спрос, технологические достижения и новые возможности для эффективного развития производственно-экономической системы.

Далее представим краткий обзор реализации цифровых технологий в зарубежной и отечественной промышленности.

Краткий обзор реализации цифровых технологий в зарубежной промышленности: промежуточные итоги

Новое исследование McKinsey [14], проведенное в партнерстве с Ассоциацией аэрокосмической промышленности (AIA), показало, что повышение цифровой зрелости потока создания ценности A&D может увеличить годовой показатель EBITDA на 20 миллиардов долларов. Эта ценность зависит как от затрат, так и от возможностей роста по всему потоку создания ценности — от проектирования до цепочки поставок, производства, послепродажного обслуживания и функций поддержки.

Объединение этих передовых технологий и интеграция физических и виртуальных систем являются отличительными чертами цифровой трансформации. Хотя цифровизация не является новым явлением, ее сложности постоянно развиваются. Несомненно, процедуры цифровой трансформации определяются кадрами и имеющимися у них ресурсами. Таким образом, технологии и ноу-хау имеют решающее значение для перехода к цифровым технологиям. Интернет вещей может перевернуть реалии бизнеса и привести к значительным эксплуатационным преимуществам и высококачественным товарам и услугам. Более того, ожидается сдвиг в парадигме больших данных как компонент развития конкурентного преимущества за счет интеллектуального анализа данных, критического для выживания компании во многих отраслях (бизнес-аналитика). Прогнозируется, что на этом уровне использование больших данных будет расти в геометрической прогрессии для прогнозирования будущих продаж товаров или услуг, прогнозирования поведения и тенденций потребителей в реальной и цифровой среде, а также для выявления проблем кибербезопасности. По мнению Peter, O., & Mbohwa, C. (2019), существует три основные категории, по которым можно классифицировать проблемы кибербезопасности, которые мешают организациям внедрять новые цифровые технологии: (i) осведомленность и знания; (ii) интеграция старых и новых технологий; и (iii) время и ресурсы, посвященные кибербезопасности. Робототехника — еще одна отрасль, которая, как ожидается, будет быстро расти. Роботы будут все чаще использоваться не только для замены человеческого труда, но и для взаимодействия с людьми. Ожидается, что роботы будут развиваться и станут более автономными, гибкими и готовыми к сотрудничеству (Onu Peter, Anup Pradhan, Charles Mbohwa, 2023) [15].

В 2020 г. происходит активное развитие данной технологии силами различных компаний из различных областей промышленности. Работы ведутся разработчиками программного обеспечения (Siemens PLM Software, Dassault Systèmes, ANSYS, PTC и др.), промышленными компаниями (Siemens, General Electric, Boeing, Airbus), а также предприятиями, специализирующимися на IT-технологиях. В 2017 г. компания Lockheed Martin Space Systems включила цифровой двойник в число шести выдающихся технологий для военной и авиакосмической промышленности будущего. Исходя из текущей тенденции можно ожидать, что концепция цифрового двойника будет быстро развиваться в течение следующих нескольких лет. Искусственный интеллект (ИИ) окажет серьезное влияние на бизнес и общество. В 2017 году исследование PwC показывало, что мировой ВВП вырастет на \$15,7 триллиона к 2030 году благодаря ИИ. Половину общей выгоды обеспечит повышение производительности труда, вторую половину — рост потребительского спроса. По оценкам PwC, потенциальная выгода может составить \$1,8 триллиона в сфере профессиональных услуг, \$1,2 триллиона — в сфере финансовых услуг, \$2,2 триллиона — в отрасли оптово-розничной торговли и \$3,8 триллиона — в производстве. По оценкам того же исследования, глобальное влияние ИИ не будет равномерным. Сегодня в этой сфере лидирует Северная Америка, за ней следуют Европа и развитые азиатские экономики. Но в итоге их всех обойдет Китай. Эта страна поставила цель стать мировым лидером по ИИ к 2030 году. Организации, особенно конкурирующие с китайскими компаниями, должны задуматься о цифровой трансформации [16].

Появление новых технологий заставляет компании переосмысливать свои бизнес-модели. Важной частью ведения бизнеса становится необходимость внедрения и использования сетевых платформ (маркетплейсов). В то время как третья научно-техническая революция (НТР) принесла чисто цифровые платформы, важная особенность платформ сегодняшнего времени — их объединенность с физическим миром.

Применение платформы в сочетании с повышением ориентации компании на клиента приводит к тому, что во многих отраслях происходит переход от продажи продуктов к продаже услуг. Все большее число покупателей приобретают не собственно физические объекты, а предпочитают платить за доступ к услуге через цифровую платформу [17].

Краткий обзор реализации цифровых технологий в российской промышленности: промежуточные итоги

По данным исследования на данный момент в России наблюдается активный рост промышленных роботов — за год этот показатель увеличивается примерно на 20%, и потенциал развития очень большой⁵.

Основные причины повышения спроса:

- Тенденция к замене ручного труда роботами для сокращения издержек производства.
- До сих пор значительное количество простых операций выполняют люди.
- Демографический спад и нежелание молодёжи идти работать на монотонную работу.
- Министерство страны запустило программу диджитализации с мерами поддержки.
- Требования к локализации заставляют иностранные компании строить заводы (трансфер).
- Импорт современных роботизированных линий.
- Количество инженеров в области промышленной автоматизации увеличивается.
- Уровень образования инженеров из других областей растёт и обновляется.
- Закрытие границ для трудовых мигрантов.

Учитывая основные причины сегодняшнего спроса на роботов, Россия догоняет другие страны быстрыми темпами, и многие российские компании это поняли и активно автоматизируют своё производство.

⁵ <https://rg.ru/2021/12/16/chislo-robotov-na-rossijskih-predpriiatah-rastet-bystrye-chem-v-mire.html>

Драйверы внедрения цифровых технологий в 2020–2024 гг.⁶

Для формирования реализации проектов интернета вещей IoT необходимо формирование целой экосистемы, включающая следующие составляющие.

Платформа промышленного интернета вещей обеспечивает:

- Сбор, загрузку и хранение исходных данных.
- Высокопроизводительные вычисления.
- Продвинутую аналитику.
- Быструю разработку и внедрение бизнес-приложений.
- Создание единой платформы поддержки цифровой трансформации.
- Создание единого централизованного хранилища производственных данных и работы с

IoT данными.

- Оперативное создание нового функционала, многократное использование существующего.
- Быстрое создание аналитических приложений.
- Задачи:
- Организация сбора данных с производственных активов.
- Централизованное хранение данных.
- Аналитическая обработка данных, построение прогнозов, предиктивный анализ для контроля и повышения операционной эффективности производственных активов.
- Обеспечение информационной безопасности данных приложений, защита потоков сбора и обработки информации.

Также необходим целый пул разработчиков платформ промышленного интернета вещей и достаточное количество номенклатуры умных устройств, способные взаимодействовать с платформами. Последний немало важный фактор – это сами предприятия, и их готовность к проведению цифровой трансформации. Если IoT уже доступны в России, то с разработкой бизнес-моделей и организационной возможностью существуют проблемы. В тоже время отсутствие хотя бы одной составляющей делает цифровую трансформацию предприятия невозможным.

Как мы выяснили, ключевую роль в реализации IoT играют цифровые платформы. Цифровые платформы объединяют в себе возможности цифровой революции Индустрии 4.0 и дают принципиально новые возможности повышения эффективности производства. На базе платформ создаются новые бизнес-модели.

Для предприятий машиностроения существует потребность в цифровых платформах с расширенным функционалом, позволяющим взаимодействовать Разработчику, Изготовителю и Заказчику в течение всего жизненного цикла изделия. При этом важным условием является обеспечение безопасности в сети Internet.

Возможности цифровых платформ.

1. Единая среда управления данными для оптимизации производства на базе искусственного интеллекта.
2. Снижение затрат на производственное ИТ и транзакционных издержек.
3. Источники дополнительной прибыли и возможностей диверсификации бизнеса через реализацию стратегии открытых инноваций.

Разберем эти три группы возможностей цифровых платформ подробнее.

В первую очередь, платформы выступают в качестве основы управления новых типов активов производственными данными. Поэтому, платформы, по сути, единая среда управления данными сбора, хранения, обработки и представления данных.

По данному направлению цифровые платформы реализуют следующий набор задач.

Первый блок возможностей – единая среда управления.

1. Сбор данных реального времени и продвинутая аналитика на основе данных.

⁶ <https://survey.ikiconsulting.ru/>(режим доступа 01.11.2023)

2. Платформы реализуют управление установленными IoT и обеспечивают так называемые когнитивности со всеми типами устройств и реализации цифровых сценариев IoT.

3. Формируется достоверная производственная аналитика в любых разрезах с едиными правилами для всех подразделений.

4. Накопление данных. Ядром платформы является единое структурированное хранилище и неструктурированные данные из различных систем, процессов и перделов.

5. Платформы также выступают как фактор демократизации работы с данными. Платформы с помощью других встроенных инструментов делают возможно работу с данными для любого сотрудника, а не только IT-специалиста. Это в корне меняет эффективность цифровизации, т.к. каждый сотрудник может стать разработчиком инновационных цифровых решений.

6. На платформе создается и развивается цифровой двойник производственного актива, как ключевой инструмент оптимизации производственных процессов.

7. За счет структурированных данных при помощи объектной модели и встроенных инструментов бизнес-аналитики происходит поиск информации в разрозненной корпоративной системе.

Второй блок возможностей – это снижение затрат на производство и транзакционных издержек.

1. Снижение издержек за счет централизации информационных систем на единой цифровой платформе и использование микросервисной архитектуры.

2. Платформы дают возможность объединить решение различных поставщиков и привлекать технические команды с рынка для разработки физических приложений для платформ.

3. Объектная модель и частичные готовые алгоритмы инструменты ускоренной разработки и развертывания бизнес-приложений дают сокращение в 5–10 раз сроков разработки внедрения цифровых решений.

4. На платформе также реализуется магазин приложений. На базе модели Android, Apple Store пользователь может быстро подключить нужные именно ему бизнес-приложения.

Третий блок возможностей – создание новых источников прибыли.

1. Получение прибыли за счет коммерциализации внутренних разработок, НИОКР, разработки программного обеспечения.

2. Предоставление платформ внешним командам.

3. Можно на основе цифрового двойника – производственного актива создавать новый платформенный бизнес. Например, бизнес по продвинутой аналитике промышленного оборудования, сервисов, ремонтов, лабораторных исследований.

Далее рассмотрим основные этапы реализации цифровых технологий на отечественном предприятии АО «ОДК-Авиадвигатель». Основные этапы реализации цифровых технологий схематично представлены ниже:

1994 г. – UG (Siemens NX) базовая система разработки электронного проекта изделия.

1994 г. – ANSYS решение научно-инженерных задач динамики и прочности при проектировании.

1995 г. – Внедрение сквозного процесса проектирования на основе мастер-модели.

1996 г. – TaskFlow (ANSYS CFX) – широкий спектр газодинамических расчетов.

2006 г. – Siemens TeamCenter – система управления данными о жизненном цикле изделия.

2009 г. – начало работ в рамках полного электронного определения изделия.

На данный момент на предприятии реализуется проекты по цифровой трансформации в работе по авиационной и наземной тематике.

С учетом данного обзора, сделаем основные выводы.

Во-первых, реализация цифровых технологий в российской промышленности имеет значение для предприятий всех размеров. С одной стороны, предприятия должны оцифровывать свои внутренние процессы и процедуры, с другой – разрабатывать новые услуги и модели цифрового бизнеса. Цифровизация – это использование цифровых технологий для изменения бизнес-модели и

предоставления возможностей получения прибыли и создания ценности. Также цифровизацию определяют, как процесс перехода к цифровому бизнесу. В области цифровизации задача предприятий состоит в выявлении новых потребностей клиентов в результате распространения цифровых услуг и приложений. Цифровая трансформация приводит к слиянию онлайн и офлайн, прорывным технологиям и радикальных: изменениям целых отраслей.

Во-вторых, одной из национальных целей РФ до 2030 года, определена цифровая трансформация. Основные акценты, формирующие в условиях цифровой экономики, обеспечивающие конкурентоспособность отечественных предприятий расставлены в пользу скорости, гибкости, эффективности. Возможности цифровых технологий в равной степени применимы и к новым компаниям, и к компаниям, имеющим долговременную историю, но выигрывать в конкурентной борьбе в конечном итоге будут, прежде всего, те предприятия, которые выбрали своевременный переход на цифровую трансформацию.

В-третьих, для эффективного управления предприятием руководству необходимо использовать современные концепции бережливого, цифрового производства, рассмотренную прорывную концепцию цифрового двойника. В то же время реализация проектов бережливого производства на предприятии с использованием цифровых технологий, в том числе цифровых двойников, позволяет существенно сократить затраты на внедрение и изготовление различных видов продукции, оптимизировать их конструкцию, с учетом требований заказчика настраивать параметры производственно-экономической системы.

Таким образом, важной задачей является не только объективный переход на цифровую трансформацию, но и подготовка предприятия к изменениям этому процессу, в части управления проектами цифровой трансформации предприятия.

Этапы формирования стратегии цифровой трансформации промышленного предприятия, основные положения

Для описания основных положений, связанных с формированием стратегии цифровой трансформации промышленного предприятия, рассмотрим ключевую суть, учитывающую данные, технологии, бизнес-процессы и человеческий фактор.

По мнению авторов, Глухова В.В., Бабкина А.В., Шкарупеты Е.В., стратегия цифровой трансформации дает представление о том, как может быть разработана и реализована стратегия цифровизации в масштабах промышленной системы. Стратегия цифровой трансформации не обязательно заменяет какие-либо прежние стратегии, но должна быть приведена в соответствие с ними [2].

Зарубежные авторы, Matt C., Hess T., Benlian A, Wiesböck F. [18, 19], говорят о том, что стратегия цифровой трансформации стремится дать представление о том, как может быть разработана и реализована стратегия цифровизации в масштабах организации. Nigel Vaz, Faisal Hoque [21, 22] в своем практическом исследовании рассматривают стратегию цифрового бизнеса, она рассматривается не как замена бизнес-стратегии, а как дополнительная стратегия, которую необходимо согласовать с другими стратегиями бизнес-/функционального уровня и направлять цифровую трансформацию. По сравнению со стратегией цифрового бизнеса, стратегия цифровой трансформации является более конкретной, поскольку она представляет собой средство, позволяющее нецифровым организациям достичь состояния цифрового бизнеса.

Авторы ввели термин «стратегия цифровой трансформации», чтобы признать, что цифровые технологии становятся неотъемлемой частью продуктов, услуг и взаимодействия с клиентами многих современных фирм, тем самым преобразуя их бизнес. Поскольку цифровые преобразования охватывают множество независимых потоков, стратегия цифровой трансформации направлена на координацию и определение приоритетов действий, которые сопровождают такую цифровую трансформацию.

Стратегия цифровой трансформации обычно включает изменения:

- в ИТ-инфраструктуре модернизации устаревших систем с использованием цифровых технологий;
- во внутренних процессах с большими возможностями сокращения накладных расходов;
- в организационной структуре предприятия;
- в работе с клиентами, с заказчиками;
- в культуре, управление людьми и интеграция команд.

Исходя из этого положения, стратегия цифровой трансформации предполагает изменение организационной структуры предприятия путем интеграции цифровых технологий во все соответствующие аспекты. Целью является достижение различных целей: от повышения операционной эффективности и развития культуры цифровой трансформации, повышения удовлетворенности клиентов и заказчиков.

Как правило, для реализации стратегии цифровой трансформации предприятия используется дорожная карта, направленная на согласование технологических инициатив с общими направлениями, целями предприятия, обеспечивая целенаправленный и эффективный переход на цифровую трансформацию.

Стратегия цифровой трансформации состоит из основных составляющих:

- «как есть» показывает положение цифровой стратегии в настоящий момент;
- «как должно быть» определяет, каким образом данная стратегия будет реализована в конечном счете;
- дорожная карта указывает оптимальный путь достижения цели за счет определенных проектов цифровой трансформации и технологических инициатив.

Учитывая выше представленную аргументацию, сделаем ряд выводов.

Во-первых, термин «стратегия цифровой трансформации» означает запланированные изменения в бизнес-процессах, в организационной структуре предприятия с использованием цифровых технологий. Другими словами, данный термин можно рассматривать как – долгосрочный поэтапный план изменения бизнес-процессов, организационной структуры предприятия, направленный на получение конкурентных преимуществ в условиях развития цифровой экономики.

Во-вторых, стратегия цифровой трансформации подробно описывает, как предприятие будет использовать цифровые технологии для постоянного создания новых продуктов, услуг, процессов и каналов взаимодействия, а также для реинжиниринга существующих для удовлетворения постоянно меняющихся потребностей клиентов в условиях развития цифровой экономики. В условиях развития цифровой экономики предприятия смогут конкурировать только в том случае, если они будут использовать и развивать цифровое присутствие и ценные информационные активы. С этой целью предприятия должны создать стратегию цифровой трансформации, учитывающую данные, технологии, бизнес-процессы и человеческий фактор.

В-третьих, ключом к созданию эффективной стратегии цифровой трансформации является наличие четких целей. Сначала необходимо определить, чего предприятие желает достичь путем оцифровки своих бизнес-процессов. Далее необходимо определить, что необходимо сделать для достижения этих целей. Помимо четких, измеримых и реалистичных целей, предприятию необходимо наметить шаги по созданию, реализации и оценке стратегии цифровой трансформации. Более того, также важно разработать план адаптации таких стратегий, а также подвергнуть его постоянной переоценке, учитывая неопределенность, связанную с технологическими инициативами и проектами цифровой трансформации.

Перечислим предпосылки для формирования стратегии цифровой трансформации промышленного предприятия.

1. Синхронизация целей стратегии цифровой трансформации с бизнес-целями и функциональными стратегиями предприятия.

2. Реализация новых продуктовых стратегий.
3. Увеличение горизонта планирования.
4. Изменение организационной структуры управления.
5. Усиление роли импортозамещения, санкционного давления.
6. Синхронизация и выстраивание деятельности предприятия в единое информационное пространство.
7. Оптимизация трудозатрат при актуализации стратегии.
8. Создание новых направлений «умное производство».
9. Необходимость интеграции требований бережливого производства, подхода Lean Smart Plant в стратегию по цифровой трансформации.

10. Необходимость выявления цифровых компетенций, повышение квалификации персонала.

Далее перейдем к рассмотрению стратегии цифровой трансформации предприятия, направленной на оптимизацию процессов, снижение времени на всех этапах жизненного цикла продукции с использованием инструментария бережливого производства с вовлечением персонала.

Цифровая трансформация предприятия включает в себя четыре этапа.

1 этап. Оценка «цифровой зрелости» предприятия.

На данном этапе проводится, так называемый технический аудит существующих процессов на предприятии, систем, методов и т.д. для дальнейшего их совершенствования.

Оценка помогает увидеть разрыв в уровне цифровой зрелости по различным направлениям, подразделениям организации. Предприятие может видеть картинку как в целом, так и отдельно: по дислокации, по конкретному отделу и т.д.

2 этап. Разработка стратегии цифровой трансформации предприятия, дорожной карты.

Это основной этап нашей работы по созданию шагов, которые необходимо предпринять для процессов цифровой трансформации. На этом этапе мы формируем цели и задачи, контрольные отчетные пункты.

3 этап. Внедрение пилотного проекта.

Этот этап направлен на подтверждение жизнеспособности наших решений, доказательство того, что эти проекты работают и они полезны, с точки зрения времени, вложения инвестиций и денег.

4 этап. Масштабирование, тиражирование проектов.

На этом этапе происходит проникновение всех предложенных нами бизнес-процессов и программных продуктов во все сферы деятельности предприятия. Здесь уже рассматривается не отдельный проект, а комплекс проектов – цифровое предприятие.

Необходимо отметить, что предприятия приходят к цифровизации из-за факторов, которые формируют современный облик, бизнес-модель предприятия.

В подтверждении сказанного, рассмотрим области цифровой трансформации предприятия.

На рис. 1 представлена трехуровневая схема стратегии цифровой трансформации предприятия, которая представляет собой распределение трех уровней управления на предприятии: стратегический, операционный, тактический.

На стратегическом уровне представлена цифровая стратегия, бизнес-модель.

На данном уровне определяется сама концепция цифровой трансформации предприятия, стратегия, бизнес-модель, продуктовый портфель, цифровая культура производства. Здесь формируются все фундаментальные идеи о том, как работать существующей бизнес-моделью, какие шаги мы предпринимает для того, чтобы меняться и т.д.

На следующем уровне по середине пирамиды происходит формирование операционной модели, всех цифровых процессов организационной структуры. Здесь происходит формирование цифровой культуры, т.е. теперь предприятие работает по-новому, теперь все процессы устроены автоматизировано, теперь больше время высвобождается непосредственно на выполнение своих обязанностей.

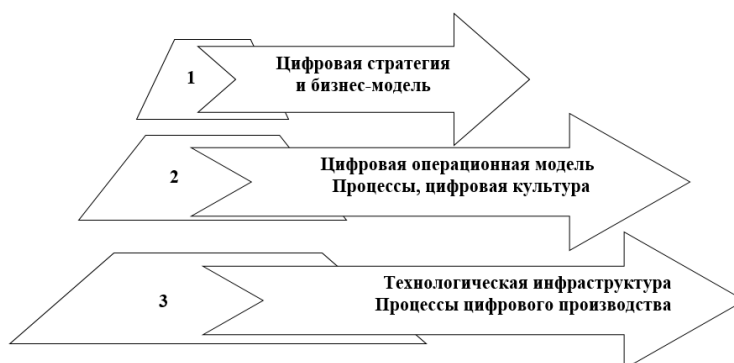


Рис. 1. Трехуровневая схема стратегии цифровой трансформации предприятия

Fig. 1. Three-level diagram of an enterprise's digital transformation strategy

Источник: разработано автором

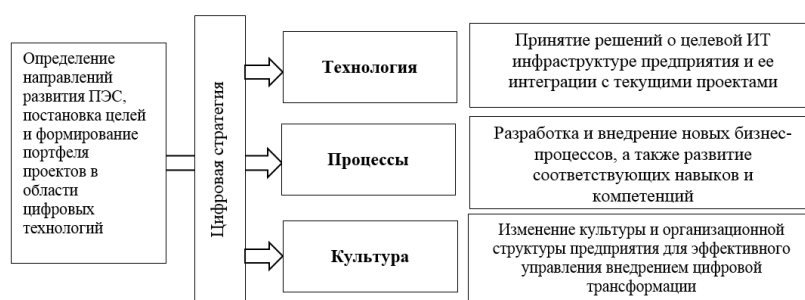


Рис. 2. Ключевые направления стратегии цифровой трансформации промышленного предприятия

Fig. 2. Key directions of the strategy for digital transformation of an industrial enterprise

Источник: разработано автором

На третьем уровне – тактическом запускается полная работа цифрового производства, где созданы технологическая инфраструктура и процессы цифрового производства. Этот этап включает трансформацию самого производства, начиная от внедрения управляющих программ станков с числовым программным управлением (ЧПУ), аддитивных технологий. Здесь применяются технологии, которые позволяют исключить из работы человеческий фактор.

Далее рассмотрим методику разработки проекта цифровой трансформации промышленного предприятия.

Стратегия цифровой трансформация промышленного предприятия – это комплексная работа по ключевым направлениям (рис. 2).

Выше мы рассмотрели общие концептуальные положения данной концепции. Для реализации проекта цифровой трансформации предприятия перейдем к последовательному описанию при выполнении практических шагов.

Если вся концепция у нас включает полностью все четыре шага, то проект цифровой трансформации предприятия он по большей части затрагивает первые, два шага – это оценка «цифровой зрелости», разработка цифровой стратегии промышленного предприятия, дорожной карты. Результатом проекта цифровой трансформации предприятия должна стать стратегия развития цифровой трансформации предприятия, обновленная операционная бизнес-модель, набор решений для управления предприятием.

1 этап. Оценка «цифровой зрелости». На наш взгляд, это самый важный этап. На данном этапе оценка, либо диагностика проводится для того, чтобы выявить на предприятии и описать все существующие бизнес-процессы. Посмотреть уровень подготовки инфраструктуры, найти в инфраструктуре изменения. Оценить, как устроен электронный архив работы с различной документацией и т.д. Этот этап позволит нам в дальнейшем избежать очень много факторов и рисков. Для того чтобы знать какие факторы и риски могут нам помешать при внедрении проекта и как их можно избежать, либо предусмотреть, рассмотрим каждый из этих факторов, и дадим каждому краткое пояснение.

Отсутствие связности: например, если с точки зрения допустим инфраструктуры где-то сделаем просчет, то появится отсутствие связности, конечные пользователи не смогут работать с теми же данными, появится какой-то провал, появится опять какой-то бизнес-процесс, который не автоматизирован и сотрудникам придется всю работу делать вручную и т.д. В результате этих расчетов допущена какая-то погрешность, ошибка и эффект окажется не столь высоким, как ожидалось, т.е. что-то пошло не так, а нам этого сильно не хотелось. Это очень важно, т.к. в результате цифровизации мы создаем единую модель. Она должна быть единая и неделимая – информационная модель предприятия. Поэтому на этом этапе мы должны четко подойти к этому вопросу.

Превышение бюджета, т.е. что-то мы не предусмотрели в бюджете, или не рассчитали сколько времени уйдет на внедрение, а это всегда увеличение сроков. Увеличение сроков – это потеря наших денег, т.е. превышение бюджета. Поэтому на этом этапе надо максимально все рассчитать, чтобы такого просчета не случилось.

Потеря управляемости – этот риск говорит о том, что на каком-то этапе прошел просчет и бизнес-процессы вышли из-под нашего контроля. У нас нет возможности что-то отслеживать, либо что-то идет в разрез с тем, как мы это задумывали и т.д. В данном случае по возможности это необходимо избегать.

Снижение эффективности производства, мы понимаем, что этап перехода с одной бизнес-модели на другой он довольно рискованный, и связан с тем, что в любой момент придется трансформироваться. Задача руководителя составления плана по трансформации состоит в том, чтобы это происходило максимально плавно и безболезненно. Если на каком-то этапе произойдет задержка, то в это же время максимально быстро произойдет снижение эффективности производства. Это очень плохо для предприятия, и по возможности этих вещей надо избегать.

Отметим, что руководство в ходе управления предприятием в первую очередь преследует цель – получение прибыли за счет выполнения договорных обязательств по выполнению заказа и удовлетворения требований заказчика. Для своевременного выполнения госзаказа руководство предприятия должно учитывать внешние и внутренние факторы, которые влияют на эффективность производственных процессов вокруг технологического оборудования, бизнес-процессов, производственной, межцеховой логистики, в процессах, в которых непосредственно заняты работники.

Одна из особенностей заключается в том, что большая часть деталей изготавливается из импортных комплектующих, труднообрабатываемых материалов, что напрямую ведет к повышению трудоемкости и себестоимости изделия.

Сейчас проблема импортозамещения связана с удорожанием комплектующих изделий для производства продукции авиастроения в связи с переходом на отечественных поставщиков изделий и материалов, стоимость которых дороже иностранных аналогов за счет дополнительных инвестиций в модернизацию и расширение производственных мощностей.

Исходя из этого, рассмотрим факторы, влияющие на срыв сроков по выполнению заказа.

1. Отсутствие прозрачности. Производство – это «черный ящик» (множество производственных процессов, бизнес-процессов скрыты от глаз руководства). Зачастую на практике инфор-

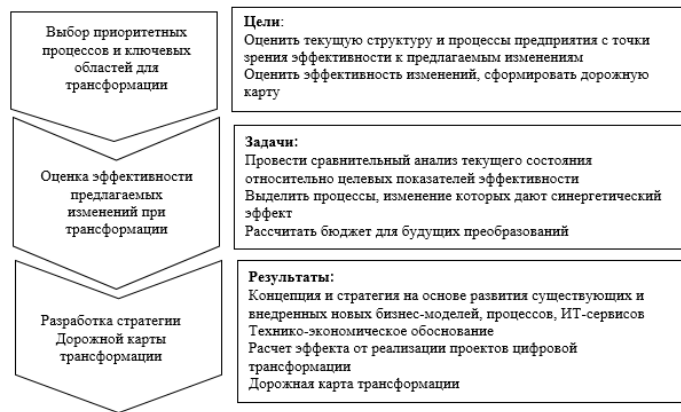


Рис. 3. Стратегия цифровой трансформации предприятия

Fig. 3. Enterprise digital transformation strategy

Источник: разработано автором

мация поступает в производство невовремя, неполной, искаженной. Учитывая данный фактор, у руководства остается все меньше инструментов, чтобы своевременно принимать объективные управленческие решения, направленные на эффективное управление производственной системой, ускорение производства, аварийных остановов, нехватки технического оснащения, выполнения сменно-суточных заданий и решения других текущих вопросов. Соответственно неполная информация приводит к следующему фактору – нехватке объективных данных.

2. Отсутствие объективных данных. Известно, что отсутствие объективных и достоверных данных, а также несоответствие производственного плана мощностям предприятия ведет к длительному затягиванию принятия эффективных управленческих решений на всех уровнях предприятия. В целом полное отсутствие объективных данных приводит к срывам поставок (материалов, комплектующих и т.д.), внеплановым простоям оборудования (аварий и т.д.). Отметим, что уровень цифровизации производственных процессов, огромное количество информации, которая должна поступать от цехов в отдельных случаях, ложится на человеческий фактор. Это говорит о том, что люди недостаточно мотивированы, осведомлены, и, как следствие, из-за этого нарушается обратная связь, что ведет к третьему фактору – снижению эффективности.

3. Снижение эффективности. Аварийная ситуация, которая у нас останавливает работу оборудования, не позволяет выпускать продукцию, хотя технически для этого все есть и готово. Отметим, что необходимая информация в том или ином объеме есть, но долго доходит до руководителя производственного участка, начальника цеха, заместителя директора по производству. Предприятие имеет большие потери, оборудование простаивает, не выпускает продукцию, несвоевременно отгружает заказчику продукцию. В результате принятия неверных управленческих решений у предприятия снижается прибыль, что приводит к снижению эффективности производства, дополнительным расходам и срывам сроков производственных заказов. Для решения озвученной проблемы необходимы эффективные инструменты, направленные на эффективное управление предприятием.

Учитывая вышеперечисленные факторы и риски, руководству необходимо своевременно реагировать на факторы и уметь предотвращать риски, которые появляются на данном этапе, т.к. именно на этом этапе формируются все работы предприятия по разработке стратегии цифровой трансформации предприятия.

Далее рассмотрим стратегию цифровой трансформации предприятия и ее элементы (рис. 3).

Это большой второй шаг. На этом этапе формируются цели и задачи, ожидаемый результат, который мы хотим получить в результате этих мероприятий.



Рис. 4. Пример плана стратегии цифровой трансформации предприятия

Fig. 4. Example of an enterprise digital transformation strategy plan

Источник: разработано автором

Здесь происходит выбор приоритетных процессов и целевых областей деятельности для трансформации. На данном шаге определяются все перспективы, цифровые инициативы, проекты бережливого производства. На этом шаге оценивается видение предприятия и т.д. Сюда же входит оценка текущей структуры процессов, с точки зрения эффективности. Процесс анализа готовности к предполагаемым изменениям и т.д.

Следующий шаг – это оценка эффективности предлагаемых изменений. Разработка концепции: на этом шаге производится формулирование задач пошагово, проводится сравнение двух бизнес-моделей. Здесь проводим анализ предлагаемой модели на основе предыдущего шага и в сравнении существующей, т.е. какие выгоды, где что уменьшится, где что улучшится, как это все в целом повлияет на дальнейшее развитие предприятия. На этом шаге очень важно рассчитать бюджеты и разработать финансовую модель будущих преобразований.

Следующий элемент – это разработка стратегии, бизнес-модели. На этом шаге разрабатываем дорожную карту, которая включает в себя конкретный набор шагов, с конкретными цифрами, датами и привязке к существующей бизнес-модели, которая позволит контролировать все мероприятия, с точки зрения руководства и пошагово их внедрять. Здесь происходит расчет экономического эффекта от реализации проекта. Это в целом позволяет видеть всю полноту картины после проведения трансформации.

Ниже представлен пример плана стратегии цифровой трансформации предприятия (рис. 4).

В целом представленный план соответствует вышеописанным этапам. Реализация данного плана занимает 16 месяцев. План разделен на 4 этапа. Первый этап занимает условно 5 месяцев. Он содержит работы по оценке цифровой зрелости предприятия. Второй этап с 6 по 9 месяц, где идет оценка эффективности предлагаемых изменений, сравнение до и после, постановка задач и т.д. Третий этап – это непосредственно готовая бизнес-модель по трансформации, она занимает оставшиеся время.

Необходимо отметить, что формирование компетенций, процедур и программы управления изменениями в процессе цифровой трансформации, и проведения вот этих трех шагов у работников предприятия будет формироваться «цифровое мышление». Работники будут погружаться, разбираться в том, что это такое, т.е. они уже будут понимать для чего эти шаги, как они влияют на дальнейшее развитие. Если поначалу было все не понятно, то в конце к моменту выдачи готовой дорожной карты они будут полностью понимать, как можно пройти все этапы. Соответственно, чтобы было сформировано «цифровое мышление» у персонала, необходимо чтобы руководители на каждом шаге во время проведения обучающего семинара информировали о своих шагах персонал.

С учетом описания практических шагов, предприятие получает следующие преимущества и результаты:

- развитие культуры цифровой трансформации;
- эффективное использование человеческого ресурса происходит путем вовлечения через мотивацию: в работу с проблемами; в проекты бережливого производства, кайдзен-предложений по улучшениям;
- благодаря цифровизации, автоматизации снижается доля тяжелой, опасной и вредной работы, субъективного влияния человека.

Таким образом, планируя цифровую трансформацию предприятия, следует придерживаться определенных правил, разработанному плану и выполнению практических шагов.

Далее рассмотрим практический пример цифровой трансформации АО «Пермский завод «Машиностроитель».

На предприятии утверждена «Концепция развития информационных технологий на период до 2025 г.». На основе целей, поставленных задач и ограничений выделены основные сервисы в области информационных технологий реализованные, развивающиеся и планируемые до 2025 года.

Основными направлениями цифровой трансформации является применение следующих цифровых технологий:

- большие данные;
- суперкомпьютерные технологии и математическое моделирование;
- искусственный интеллект;
- квантовые технологии;
- технологии распределенного реестра;
- новые производственные аддитивные технологии;
- промышленный интернет вещей.

Из стратегических целей следуют цели информатизации:

- для наращивания научно-технологического потенциала предприятия, его хранения и наследования, создать базу знаний жизненного цикла создания вооружений и гражданской продукции;
- для повышения конкурентоспособности и скорости принятия решений обеспечить ведение организационно-распорядительной и технической документации в электронном виде;
- для оптимального распределения ресурсов, снижение затрат на всех стадиях жизненного цикла выпускаемых изделий, внедрить системы планирования производственной деятельности до уровня рабочего центра и системы прогнозирования потребности в ресурсах с горизонтом прогноза не менее двух лет;
- для обеспечения выполнения экономических показателей организовать учет себестоимости по каждой единице выпускаемой продукции к 2023 г.;
- для исключения зависимости общества от информационных технологий иностранных правообладателей обеспечить применение отечественного ПО;
- для повышения эффективности и снижения издержек при помощи инструментов бережливого производства добиться построения четко налаженной системы подачи, согласования и

контроля реализации кайдзен-предложений по улучшениям и построения системы мониторинга внедрения и контроля системы рабочего пространства – 5С.

В целом можно заключить, что цифровой трансформацией охвачены все ключевые сферы деятельности завода – разработка, производство и послепродажное обслуживание изделий, операции и цепочки поставок, а также поддерживающие функции и сервисы.

Заключение

В рамках исследования получены следующие основные результаты.

1. В результате исследований существующих публикаций автором проведен анализ и сделан вывод, что на сегодняшний день не существует единого общепринятого понятия цифровой трансформации предприятия его определения, несмотря на актуальность данной задачи.

2. Автором уточнено определение «цифровая трансформация предприятия» с позиции трансформации внутренней среды управление предприятием, описана характеристика основных элементов цифровой трансформации предприятия.

3. В статье представлен обзор реализации цифровых технологий в зарубежной и отечественной промышленности, показаны промежуточные итоги.

4. Научно обоснована возможность цифровой трансформации предприятия. Управление предприятием в условиях новой четвертой промышленной революции невозможно без применения цифровых технологий. При этом внедрение цифровых технологий ведет к необходимости формирования новых бизнес-моделей и процессов; механизмов коммуникации; изменения организационной структуры, организационной культуры предприятий – в цифровую культуру.

5. Представлены этапы формирования стратегии цифровой трансформации промышленного предприятия, описаны основные этапы реализации дорожной карты.

6. Стратегия цифровой трансформации предприятия должна встраиваться в проекты бережливого производства для обеспечения постоянного прогресса уровня зрелости, а не в качестве отдельной дополнительной программы.

Таким образом, полученные результаты позволяют решить проблему, осуществить не только объективный переход на цифровую трансформацию предприятия, но и подготовку предприятия к изменениям этому процессу, в части реализации стратегии цифровой трансформации предприятия, управления проектами цифровой трансформации предприятия, направленные на эффективное развитие производственно-экономической системы.

Направления дальнейших исследований

Предполагается сосредоточиться на методических и практических аспектах деятельности промышленных предприятий при оценке проектов цифровой трансформации.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Сибел Т. (2021) *Цифровая трансформация. Как выжить и преуспеть в новую эпоху*. Москва: Манн, Иванов и Фербер. 253 с.

2. Глухов В.В., Бабкин А.В., Шкарупета Е.В. (2022) Цифровое стратегирование промышленных систем на основе устойчивых экоинновационных и циркулярных бизнес-моделей в условиях перехода к Индустрии 5.0. *Экономика и управление*, 28 (10), 1006–1020. DOI: <http://doi.org/10.35854/1998-1627-2022-10-1006-1020>

3. Гилева Т.А., Бабкин А.В., Гилёв Г.А. (2020) Разработка стратегии цифровой трансформации предприятия с учетом возможностей бизнес-экосистем. *Экономика и управление*, 26 (6), 629–642. DOI: <http://doi.org/10.35854/1998-1627-2020-6-629-642>

4. Бабкин А.В., Буркальцева Д.Д., Костень Д.Г., Воробьев Ю.Н. (2017) Формирование цифровой экономики в России: сущность, особенности, техническая нормализация, проблемы развития. *Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки*, 10 (3), 9–25.
5. Флек М.Б., Угнич Е.А. (2020) *Управление предприятием в условиях цифровой трансформации: монография*. Ростов-на-Дону: ДГТУ, 235.
6. Ташкинов А.Г. (2012) Анализ применения функционального и процессного подходов при формировании организационной структуры предприятия. *Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки*, 3 (149), 77–80
7. Забайкин Ю.В., Капитонова Ю.С., Харламов М.Ф. (2023): *Трансформация системы управления предприятием: монография*. М. National Research 484 с.
8. Прохоров А., Коник Л. (2019) *Цифровая трансформация. Анализ, тренды, мировой опыт*. М.: ООО «Альянс Принт», 372.
9. Néstor Fabián Ayala, Alejandro Germán Frank, Lucas Santos Dalenogare. (2019) Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies. *International Journal of Production Economics*, 210, 15–26.
10. Бухт Р., Хикс Р. (2018) Определение, концепция и измерение цифровой экономики. *Вестник международных организаций*. 13 (2), 143–172.
11. Капулин Д.В., Кузнецов А.С., Носкова Е.Е. (2022) *Информационная структура предприятия*. Издательство: М.: НИЦ ИНФРА-М, 186.
12. Боровков А.И., Гамзикова А.А., Кукушкин К.В., Рябов Ю.А. (2019) *Цифровые двойники в высокотехнологичной промышленности: краткий доклад (сентябрь 2019 г.)*. СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 62.
13. Родионова В.Н., Каблашова И.В., Логунова И.В., Кривякин К.С. (2022) Методический подход к исследованию направлений повышения эффективности организации производства на предприятии. *Организатор производства*, 1, 36–51. DOI: <https://doi.org/10.36622/VSTU.2022.52.30.004>
14. *Digital: The next horizon for global aerospace and defense* (2021) [online] Available at: <https://www.mckinsey.com/industries/aerospace-and-defense/our-insights/digital-the-next-horizon-for-global-aerospace-and-defense#/> [Accessed 01.11.2023]
15. Onu Peter, Anup Pradhan, Charles Mbohwa, (2023) Industrial internet of things (IIoT): opportunities, challenges, and requirements in manufacturing businesses in emerging economies, *Procedia Computer Science*, 217, 2023, 856–865, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.12.282>
16. Гретченко А.И., Горохова И.В. (2019) Цифровая платформа: новая бизнес-модель в экономике России. *Вестник Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова*, 1 (103), 62–72.
17. Schwab Klaus (2016) *The fourth industrial revolution*. [online] Available at: https://law.unimelb.edu.au/__data/assets/pdf_file/0005/3385454/Schwab-The_Fourth_Industrial_Revolution_Klaus_S.pdf [Accessed 01.11.2023]
18. Hess Th., Matt Ch., Benlian A., Wiesböck F. (2016). Options for Formulating a Digital Transformation Strategy. *MIS Quarterly Executive*, 15, 123–139.
19. 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>
20. Кунцман А.А. (2017) Специфика адаптации современных компаний к условиям цифровой экономики. *Инновации*, 9 (227), 14–21.
21. Nigel Vaz (2021) *Digital Business Transformation. How Established Companies Sustain Competitive Advantage from Now to Next*. Wiley, 224.
22. Faisal Hoque (2000) *E-Enterprise: Business Models, Architecture, and Components (Breakthroughs in Application Development, Series Number 2)*, Cambridge University Press, 306.
23. Кобзев В.В., Бабкин А.В., Скоробогатов А.С. (2022) Цифровая трансформация промышленных предприятий в условиях новой реальности. *π-Economy*, 15 (5), 7–27. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.15501>

REFERENCES

1. Sibel T. (2021) Tsifrovaya transformatsiya. *Kak vyzhit' i preuspet' v novuyu epokhu*. Moskva: Mann, Ivanov i Ferber. 253 s.

2. Glukhov V.V., Babkin A.V., Shkarupeta E.V. (2022) Tsifrovoe strategirovanie promyshlennykh sistem na osnove ustoychivyykh ekoinnovatsionnykh i tsirkulyarnyykh biznes-modelei v usloviyakh perekhoda k Industrii 5.0. *Ekonomika i upravlenie*, 28 (10), 1006–1020. DOI: <http://doi.org/10.35854/1998-1627-2022-10-1006-1020>
3. Gileva T.A., Babkin A.V., Gilev G.A. (2020) Razrabotka strategii tsifrovoi transformatsii predpriyatiya s uchetom vozmozhnostei biznes-ekosistem. *Ekonomika i upravlenie*, 26 (6), 629–642. DOI: <http://doi.org/10.35854/1998-1627-2020-6-629-642>
4. Babkin A.V., Burkal'tseva D.D., Kosten' D.G., Vorob'ev Yu.N. (2017) Formirovanie tsifrovoi ekonomiki v Rossii: sushchnost', osobennosti, tekhnicheskaya normalizatsiya, problemy razvitiya. *Nauchno-tekhnicheskie vedomosti SPbGPU. Ekonomicheskije nauki*, 10 (3), 9–25.
5. Flek M.B., Ugnich E.A. (2020) *Upravlenie predpriyatiem v usloviyakh tsifrovoi transformatsii: monografiya*. Rostov-na-Donu: DGTU, 235.
6. Tashkinov A.G. (2012) Analiz primeneniya funktsional'nogo i protsessnogo podkhodov pri formirovanii organizatsionnoi struktury predpriyatiya. *Nauchno-tekhnicheskie vedomosti SPbGPU. Ekonomicheskije nauki*, 3 (149), 77–80.
7. Zabaikin Yu.V., Kapitonova Yu.S., Kharlamov M.F. (2023): *Transformatsiya sistemy upravleniya predpriyatiem: monografiya*. M. National Research 484 c.
8. Prokhorov A., Konik L. (2019) *Tsifrovaya transformatsiya. Analiz, trendy, mirovoi opyt*. M.: OOO «Al'yans Print», 372.
9. Néstor Fabián Ayala, Alejandro Germán Frank, Lucas Santos Dalenogare. (2019) Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies. *International Journal of Production Economics*, 210, 15–26.
10. Bukht R., Khiks R. (2018) Opredelenie, kontseptsiya i izmerenie tsifrovoi ekonomiki. *Vestnik mezhdunarodnykh organizatsii*. 13 (2), 143–172.
11. Kapulin D.V., Kuznetsov A.S., Noskova E.E. (2022) *Informatsionnaya struktura predpriyatiya*. Izdatel'stvo: M.: NITs INFRA-M, 186.
12. Borovkov A.I., Gamzikova A.A., Kukushkin K.V., Ryabov Yu.A. (2019) *Tsifrovye dvoyniki v vysokotekhnologichnoi promyshlennosti: kratkii doklad (sentyabr' 2019 g.)*. SPb.: POLITEKh-PRESS, 62.
13. Rodionova V.N., Kablashova I.V., Logunova I.V., Krivyakin K.S. (2022) Metodicheskii podkhod k issledovaniyu napravlenii povysheniya effektivnosti organizatsii proizvodstva na predpriyatii. *Organizator proizvodstva*, 1, 36–51. DOI: <https://doi.org/10.36622/VSTU.2022.52.30.004>
14. *Digital: The next horizon for global aerospace and defense* (2021) [online] Available at: <https://www.mckinsey.com/industries/aerospace-and-defense/our-insights/digital-the-next-horizon-for-global-aerospace-and-defense#/> [Accessed 01.11.2023]
15. Onu Peter, Anup Pradhan, Charles Mbohwa, (2023) Industrial internet of things (IIoT): opportunities, challenges, and requirements in manufacturing businesses in emerging economies, *Procedia Computer Science*, 217, 2023, 856–865, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.12.282>
16. Gretchenko A.I., Gorokhova I.V. (2019) Tsifrovaya platforma: novaya biznes-model' v ekonomike Rossii. *Vestnik Rossiiskogo ekonomicheskogo universiteta imeni G.V. Plekhanova*, 1 (103), 62–72.
17. Schwab Klaus (2016) *The fourth industrial revolution*. [online] Available at: https://law.unimelb.edu.au/__data/assets/pdf_file/0005/3385454/Schwab-The_Fourth_Industrial_Revolution_Klaus_S.pdf [Accessed 01.11.2023]
18. Hess Th., Matt Ch., Benlian A., Wiesböck F. (2016). Options for Formulating a Digital Transformation Strategy. *MIS Quarterly Executive*, 15, 123–139.
19. 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>
20. Kuntsman A.A. (2017) Spetsifika adaptatsii sovremennykh kompanii k usloviyam tsifrovoi ekonomiki. *Innovatsii*, 9 (227), 14–21.
21. Nigel Vaz (2021) *Digital Business Transformation. How Established Companies Sustain Competitive Advantage from Now to Next*. Wiley, 224.
22. Faisal Hoque (2000) *E-Enterprise: Business Models, Architecture, and Components (Breakthroughs in Application Development, Series Number 2)*, Cambridge University Press, 306.
23. Kobzev V.V., Babkin A.V., Skorobogatov A.S. (2022) Tsifrovaya transformatsiya promyshlennykh predpriyatii v usloviyakh novoi real'nosti. *π-Economy*, 15 (5), 7–27. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.15501>

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ / INFORMATION ABOUT AUTHOR

ТАШКИНОВ Алексей Григорьевич

E-mail: alekss.perm@gmail.com

Aleksey G. TASHKINOV

E-mail: alekss.perm@gmail.com

Поступила: 13.11.2023; Одобрена: 23.12.2023; Принята: 23.12.2023.

Submitted: 13.11.2023; Approved: 23.12.2023; Accepted: 23.12.2023.