

<https://doi.org/10.24182/2073-9885-2024-17-1-9-18>



Проблемы и перспективы разработки и применения алгоритма перехода на промышленную цифровизацию

П. Ю. Резниченко

Директор по развитию,
39pavel@gmail.com

ООО «НПО Движение – Жизнь»,
Калининград, Россия

Аннотация: Промышленная цифровизация определяет глобальные перспективы повышения эффективности промышленных производственных систем. Вопросы промышленной цифровизации сопровождаются рядом сложных трансформационных процессов и подготовительных процедур, обеспечение которых требует комплексного подхода и разработки специальных алгоритмов, стратегий и поддерживающих механизмов промышленной цифровизации. В статье проводится анализ современных проблем и перспектив разработки и реализации алгоритма перехода предприятий на промышленную цифровизацию. Выделяются общие факторы-ограничения промышленной цифровизации и перспективы трансформаций. Разрабатывается обобщенный алгоритм и раскрываются поддерживающие его реализацию механизмы и подходы к промышленной цифровизации на микроуровне.

Ключевые слова: промышленная цифровизация, цифровизация производственных систем, механизмы поддержки цифровизации, подходы к внедрению цифровых технологий на производстве, управление цифровизацией.

Для цитирования: Резниченко П.Ю. Проблемы и перспективы разработки и применения алгоритма перехода на промышленную цифровизацию. Путеводитель предпринимателя. 2024. Т. 17. № 1. С. 9–18. <https://doi.org/10.24182/2073-9885-2024-17-1-9-18>.

Problems and prospects for the development and application of an algorithm for the transition to industrial digitalization

P. Yu. Reznichenko

Director of Development,
39pavel@gmail.com

NPO Movement – Life LLC,
Kaliningrad, Russia

Abstract: Industrial digitalization defines global prospects for increasing the efficiency of industrial production systems. Issues of industrial digitalization are accompanied by a number of complex transformation processes and preparatory procedures, the provision of which requires an integrated approach and the development of special algorithms, strategies and supporting mechanisms for industrial digitalization. The article analyzes modern problems and prospects for the development and implementation of an algorithm for the transition of enterprises to industrial digitalization. General factors are identified: limitations of industrial digitalization and prospects for transformation. A generalized algorithm is developed and the mechanisms and approaches to industrial digitalization at the micro level that support its implementation are revealed.

Keywords: industrial digitalization, digitalization of production systems, mechanisms for supporting digitalization, approaches to the introduction of digital technologies in production, digitalization management.

For citation: Reznichenko P. Yu. Problems and prospects for the development and application of an algorithm for the transition to industrial digitalization. *Entrepreneur's Guide*. 2024. T. 17. № 1. P. 9–18. <https://doi.org/10.24182/2073-9885-2024-17-1-9-18>.

Вызовы современных реалий, стоящие перед национальной промышленностью, определяют необходимость комплексной перестройки производственных систем под новые стандарты и условия функционирования, обеспечивая адаптацию под быстроизменяющуюся среду. Индустриальная цифровизация ввиду обширнейших перспектив рассматривается в качестве долгосрочного вектора трансформационных преобразований промышленных систем. Вместе с тем переход к индустриальной цифровизации сопровождается ограничениями, которые диктуются на уровне отраслевых и национальных экономических особенностей, доступности технологий и качества человеческих ресурсов, как комплекса факторов, определяющих организационные особенности цифровых трансформаций промышленных систем. В то же время взятый вектор цифровизации экономики обуславливает необходимость перехода к оцифрованным промышленным системам, что связывается с трансформацией на микроуровне — уровне отдельного предприятия. В вопросах частных трансформационных преобразований каждое предприятие вынуждено учитывать собственные концептуальные особенности и подходы, адаптированные под реалии промышленной системы и соответствующие финансово-экономическим, ресурсным и управленческим возможностям. В этой связи актуальной видится задача определения всего комплекса ограничений, с которыми способно столкнуться предприятие на пути к разработке и применению алгоритма перехода на индустриальную цифровизацию.

В особенности актуальной тема индустриальной цифровизации становится с учетом принятых в Российской Федерации стратегий, связанных с цифровой трансформацией промышленности, переходом на цифровые промышленные системы умного производства, цифрового инжиниринга, и др.¹ Интерес государства в рассматриваемом направлении определяет перспективы формирования правительственной поддержки, которая обеспечивает стратегические возможности для индустриальной цифровизации и проведения комплексных трансформаций промышленных систем.

Целью настоящего исследования является определение комплекса ограничений и перспектив, связанных с разработкой и применением алгоритмов индустриальной цифровизации на микроуровне.

Перспективы индустриальной цифровизации обуславливаются переходом на более эффективные промышленные системы, в которых особая роль будет отведена цифровым технологиям и формированию экосистемы технологий, интегрированных в промышленное производство. Целевые ориентиры индустриальной цифровизации, как правило, связываются с повышением общей производственно-экономической эффективности, которая достигается благодаря значимому влиянию цифровых технологий на уровень производственных издержек, темпы и качество выпускаемой продукции, а также характер управления производственными системами².

Переход к индустриальной цифровизации раскрывается на нескольких наиболее характерных уровнях: от общенационального (вся экономика) к отраслевому и микроуровню. На каждом из раскрытых уровней принимаются собственные реформы и инициативы, которые поддерживают процессы индустриальной цифровизации и позволяют двигать промышленность в направлении роста эффективности.

По данным новостного портала cnews.ru, в 2022 году наблюдались рекордные темпы роста крупнейших поставщиков информационных технологий в промышленность — в общих масштабах рост превышал 50%, что связано с повышенным спросом промышленности на индустриаль-

¹ Цифровизация в промышленности России. Режим доступа: <https://clck.ru/38EiAs>.

² Мозговой А.И. Повышение эффективности управления за счет цифровизации экономики. Вестник евразийской науки. 2018. № 5. С. 1–8.

ную цифровизацию и ориентированные на неё инструменты³. Учитывая кардинальное изменение реалий функционирования национальной экономики, определяются дополнительные направления стимулирования промышленной цифровизации на правительственном уровне. В ноябре 2023 года было опубликовано Распоряжение Правительства РФ от 7 ноября 2023 г. № 3113-р, которое устанавливает необходимость цифровой трансформации обрабатывающей промышленности в России и определяет реализацию ряда стратегических инициатив (рис. 1). Названные стратегические инициативы направлены на разрешение конкретных отраслевых проблем, что отражает уровень отраслевых механизмов и алгоритмов промышленной цифровизации.

Умное производство

- Формирование эффективной инфраструктуры и повышение производительности труда

Цифровой инжиниринг

- создание национальной системы стандартизации и цифровой сертификации, базирующейся на технологиях разработки математических и компьютерных моделей с высокой степенью адекватности, прошедших процедуры верификации и валидации, проведения цифровых (виртуальных) испытаний на цифровых (виртуальных) испытательных стендах и цифровых (испытательных) полигонах

Продукция будущего

- переход к модели гибкого конвейерного производства продукции, соответствующей индивидуальным требованиям потребителя, и ремонту по состоянию.

Технологическая независимость

- обеспечение технологического суверенитета, в том числе информационной безопасности объектов критической информационной инфраструктуры

Интеллектуальная господдержка

- переход к цифровой модели государственной финансовой поддержки промышленности

Рис. 1. Цифровая трансформация обрабатывающей промышленности России — входящие проекты и их краткая характеристика⁴

Отметим, что организация промышленной цифровизации, вне зависимости от рассматриваемого уровня трансформаций, требует учета комплекса проблем и особенностей национальной экономической системы. В этом вопросе согласимся с позицией О.Д. Угольниковой и В.А. Мордовец, которые пишут о том, что страны с различным технологическим укладом по-разному должны рассматривать процессы промышленной цифровизации.⁵ Российская Федерация, обладая собственными страновыми особенностями, ввиду её вхождения в перечень развивающихся стран, демонстрирует характерные особенности, с которыми сталкиваются предприятия при промышленной цифровизации в современных условиях:⁶

- существует значительный разрыв между целями технологической трансформации и фактической доступностью технологий; причем речь в таком случае идет об отсутствии собствен-

³ Выручка поставщиков ИТ в промышленность растет рекордными темпами. Режим доступа: https://www.cnews.ru/reviews/tsifrovizatsiya_promyshlennosti_2023/articles/vyruchka_postavshchikov_it_v_promyshlennost.

⁴ Составлено по данным Распоряжение Правительства Российской Федерации от 07.11.2023 № 3113-р. Режим доступа: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202311090050>.

⁵ Угольникова О.Д., Мордовец В.А. Цифровая индустриализация стран с различными технологическими укладами. ТТПС. 2021. № 1 (55). С. 79–86.

⁶ Каплюк Е.В. Цифровые технологии в индустриальном ландшафте Российской Федерации. ЕГИ. 2021. № 5 (37). С. 124–129. Кирилов К.О. Проблемы и направления совершенствования цифровизации промышленного производства. Изв. Сарат. ун-та Нов. сер. Сер. Экономика. Управление. Право. 2023. № 3. С. 293–298. Коровин Г.Б. Сравнительная оценка цифровизации индустриальных регионов РФ. Экономика региона. 2023. № 1. С. 60–74. Трофимова Н.Н. Проблемы стратегического управления бизнес-процессами в условиях комплексной цифровизации наукоемких производств. Вестник ГУУ. 2020. № 8. С. 33–40.

ных производственных систем, которые бы выпускали конкурентоспособные технологии для промышленности;

- возникают дополнительные инвестиционные ограничения, сокращается доступность иностранного капитала, выделяется неготовность российских инвесторов покрывать дефициты на рынке капитала;
- выделяется разрыв между потребностью в кадрах различной специализации (высококвалифицированные кадры, рабочие кадры, управленцы, ИТ-специалисты и т. д.) и отсутствием должного количества предложений на рынке (спрос на специалистов превышает их общую доступность);
- наличие трудностей, связанных с развитием инфраструктуры и поддержанием её актуальности, что является следствием ухода с рынка иностранных поставщиков и производителей.

Более того, как отмечает Г.Б. Коровин, отдельные проблемы проявляются с точки зрения региональных экономик — между ними наблюдается цифровой разрыв. И хотя автор подчеркивает, что сегодня наблюдается более интенсивное применение цифровых технологий в индустриальных регионах, применяются, как правило, именно базовые технологии, которые не являются отражением четвертой промышленной революции и не предоставляют всего комплекса перспектив, которые существуют у более продвинутых инноваций ⁷.

Тем не менее, высокий интерес государства и промышленности является компенсирующим фактором, который определяет возможности реальной индустриальной цифровизации, ввиду необходимости поддерживать конкурентоспособность национальной экономики. Именно поэтому задачи разработки и применения алгоритма индустриальной цифровизации приобретают востребованный характер, поскольку их решение основано на выделении существующих проблем и противоречий в экономике с фокусом на особенности конкретного предприятия.

Например, А.Е. Миллер, М.А. Миллер и Л.М. Давиденко считают, что современная промышленность нуждается в технологической интеграции, при которой усилиями нескольких предприятий достигается совместная цифровизация промышленных систем. Подобная задача, по мнению авторов, должна реализовываться в системе следующих блоков (рис. 2):

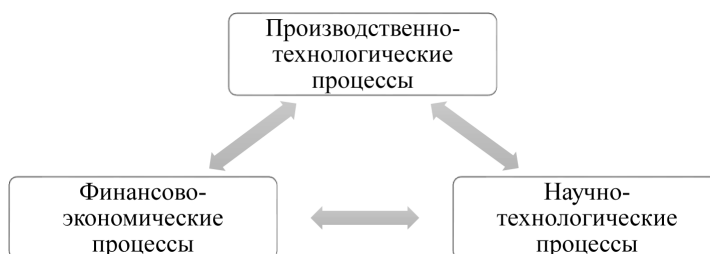


Рис. 2. Блоки индустриальной цифровизации при технологической интеграции производств ⁸

Отметим, что у представленного в исследовании авторов подхода существуют значительные ограничения, основанные на взаимодействии нескольких предприятий, различных целях, стратегиях деятельности, степени цифровизации и т. д., о чем, впрочем, пишут и сами авторы ⁹. Однако здесь важной составляющей является поддержание независимости предприятия в период индустриальной цифровизации, что невозможно без выработки собственных стратегий и целевых алгоритмов. Иными словами, каждое предприятие нуждается в разработке уникальных подходов к индустриальной цифровизации, в которых будут учитываться как общие страново-отраслевые особенности, так и специфика деятельности конкретного предприятия.

⁷ Коровин Г.Б. Сравнительная оценка цифровизации индустриальных регионов РФ. Экономика региона. 2023. № 1. С. 60–74.

⁸ Миллер А.Е., Миллер М.А., Давиденко Л.М. Развитие экосистемы технологической интеграции хозяйственных структур на основе цифровизации. Вестник СурГУ. 2019. № 1 (23). С. 106–115.

⁹ Там же.

Достаточно примечательной в контексте изложенного видим позицию Л.В. Лепеша, который предлагает ориентироваться не на интеграцию и взаимное поддержание предприятий, а на кластеризацию с фокусом на цифровые технологии, когда предприятия (поставщики, производители, потребители) функционируют в единой цифровой инфраструктуре, обеспечивая сетевое взаимодействие и разрабатывая собственные универсальные механизмы создания стоимости. У каждого участника подобного кластера существуют собственные коммерческие интересы, при этом происходит выравнивание цифрового развития с фокусом на общую инфраструктуру взаимодействия¹⁰. В целом схожие кластерные подходы реализуются в российской экономике достаточно длительное время — существуют различные регионы с кластерной экономикой, в которых государство оказывает особую поддержку участникам действующих кластеров.

Так, А.В. Бабкин, Е.В. Шкарупета и Л.В. Ташенова выделяют, что цифровизация промышленности (индустриальная цифровизация) способна демонстрировать высокие темпы эффективности только в случае согласования всех подструктур в движении в сторону индустриальной цифровизации¹¹. К.О. Кириллов в этом контексте отмечает, что цифровизация производственных систем сталкивается с собственной системой вызовов и угроз на внешнем и внутреннем уровнях. Только балансируя между рисками и эффективностью предприятие способно запускать эффективные процессы индустриальной цифровизации, сфокусированные на устранении актуальных для предприятия проблем и выделении перспективных ниш в собственной деятельности, с их последующей проработкой¹². Именно описанные задачи ставятся в основу разработки универсализированного алгоритма индустриальной цифровизации предприятия.

А.Г. Боев, предпринимая попытку уточнить составляющие механизма реализации стратегий индустриальной цифровизации на институциональном уровне, подчеркивает, что механизм стратегического управления институциональными преобразованиями промышленного комплекса с фокусом на цифровизацию должен включать в себя блоки научно-методического, ресурсно-организационного обеспечения, стратегического управления, конкретных планов индустриальной цифровизации, логических предпосылок и последствий трансформационных преобразований, а также постоянного запуска механизма. Механизм, предложенный автором, обеспечивает системный характер рассмотрения промышленных предприятий в их переходном-трансформационный период и позволяет реализовывать стратегии преобразований, достигать устанавливаемые индикаторы цифровизации, а также развивать бизнес-модель промышленной системы¹³. В другом исследовании А.Г. Боев и А.Г. Пузаков демонстрируют собственную модель институциональных преобразований, которую возможно адаптировать под реалии индустриальной цифровизации. В модели выделяются множественные компоненты, направленные на повышение эффективности функционирования, разрешение системных проблем и противоречий, рост выручки и прибыли, увеличение объемов сбыта продукции и доли основного рынка (и др.) цели стратегического управления развитием предприятия. Модель авторов позволяет говорить о необходимости комплексного согласования задач, механизмов и целей развития промышленного предприятия в условиях индустриальной цифровизации¹⁴.

Учитывая все вышеизложенное, сформируем алгоритм перехода на индустриальную цифровизацию (рис. 3).

¹⁰ Лепеш Г.В. Модернизация промышленных комплексов индустриально развитых регионов Российской Федерации в контексте неоиндустриализации. ТТПС. 2019. № 3 (49). С. 3–8.

¹¹ Бабкин А.В., Шкарупета Е.В., Ташенова Л.В. Методика оценки конвергентности цифровой индустриализации и индустриальной цифровизации в условиях Индустрии 4.0 и 5.0. ?-Есопоту. 2023. № 5. С. 91–108.

¹² Кириллов К.О. Проблемы и направления совершенствования цифровизации промышленного производства. Изв. Сарат. ун-та Нов. сер. Сер. Экономика. Управление. Право. 2023. № 3. С. 293–298.

¹³ Боев А.Г. Механизм реализации стратегии институциональных преобразований промышленного комплекса в условиях цифровой экономики. Вестник РЭА им. Г. В. Плеханова. 2021. №3 (117). С. 139–156.

¹⁴ Боев А.Г., Пузаков А.Г. Модель стратегии институциональных преобразований промышленных комплексов в условиях цифровизации. Вестник ПГУ. Серия: Экономика. 2022. № 1. С. 77–99.

Рис. 3. Составляющие алгоритма индустриальной цифровизации предприятия ¹⁵

Обращаясь к рисунку 3, отметим, что представленный общий алгоритм индустриальной цифровизации нуждается в согласовании с подсистемами стратегического и тактического управления предприятием, производственной системой, подсистемой управления кадрами, а также прочими структурными компонентами промышленного предприятия, в чем важнейшую роль приобретают выделенные механизмы финансирования преобразований, трансформации подсистем предприятия, координации и поддержки, а также поддержания предприятия в переходный период. В числе подобных механизмов, на наш взгляд, целесообразно выделить следующие (табл. 1):

Таблица 1

Механизмы поддержки индустриальной цифровизации предприятия ¹⁶

Наименование механизмов поддержки	Роль в обеспечении индустриальной цифровизации	Функциональные подсистемы механизма
Механизмы финансирования преобразований	Данные механизмы направлены на финансовое и ресурсное обеспечение с фокусом на внедрение цифровых инноваций и технологических решений	<ul style="list-style-type: none"> - привлечение инвестиций (в том числе работа с инвесторами); - приобретение государственной поддержки; - заемный банковский капитал; - внутреннее финансирование и его порядок; - дополнительные источники обеспечения;

¹⁵ Составлено автором.¹⁶ Составлено автором.

Продолжение таблицы 1

Наименование механизмов поддержки	Роль в обеспечении промышленной цифровизации	Функциональные подсистемы механизма
Механизмы трансформации подсистем предприятия	Данные механизмы направлены на поддержание внутренних структурных изменений, направленных на оптимизацию организационной структуры, построение бизнес-процессов, бизнес-модели, и прочие составляющие, отражающие процессное видение промышленного предприятия	<ul style="list-style-type: none"> - подбор, адаптация, обучение и развитие персонала; - оптимизация структуры бизнес-процессов; - внедрение передовых технологий и их порядок; - управление бизнес-моделью, организационной структурой и процессами; - документационное и финансово-экономическое обеспечение; - элементы цифровой интеграции с контрагентами, инфраструктуры;
Механизмы координации и поддержки	Данные механизмы предполагают формирование единой структуры и порядка работы над изменениями в векторе цифровизации промышленной системы, что предполагает обеспечение целостных, обусловленных и согласованных изменений	<ul style="list-style-type: none"> - инструменты и методологии проектного управления; - организация систем управления изменениями; - источники консультационного обеспечения преобразований; - внешние и внутренние коммуникации; - документационное обеспечение, регламенты, стратегии и распоряжения;
Механизмы поддержания предприятия в переходный период	Данные механизмы ориентированы на создание резервов, определение направлений трансформации и продолжения функционирования, предупреждение рисков и др. неизбежных составляющих трансформационных преобразований	<ul style="list-style-type: none"> - резервирование прибыли и создание специальных фондов по рискам; - формирование гибких стратегий преобразования с фокусом на отсутствие остановки предприятия; - создание временных управленческих команд по участкам производства; - работа с персоналом и предупреждения отказа от изменений; - планирование и бюджетирование с упором на тактическое и согласованное стратегическое управление;

Отметим, что ключевая ценность обозначенных механизмов связана с их прикладной направленностью и перспективами внедрения в предприятия, осуществляющие планирование промышленной цифровизации. Наличие подобных механизмов, как минимум, позволяет снизить риски и предупредить отклонения, связанные с неточной реализацией инициатив в области преобразования деятельности. В целом заметим, что обозначенные механизмы имеют рекомендательный характер и не всегда включаются в процедуры (алгоритмы и стратегии) промышленной цифровизации, однако их наличие позволяет говорить о большей готовности управленческой системы к вызовам нестабильности и возможному нарушению условий хозяйствования.

Любому промышленному предприятию в период промышленной цифровизации необходимо продолжать собственное функционирование, поскольку любые простои на производстве являются ключевым источником рисков потери финансов, упущенной выгоды, формирования дополнительных издержек без возможности их покрытия. Поэтому в рамках разработанных алгоритмов и механизмов необходимо учитывать дополнительно сценарии промышленной цифровизации промышленной системы (табл. 2).

Учитывая обозначенные подходы, отметим, что наиболее распространенным в практике отечественных предприятий становится смешанный подход, который включает в себя как создание цифровых двойников, так и многостороннее применение принципов пилотного внедрения, модульного и инкрементального обновления.

Таблица 2

Подходы к запуску индустриальной цифровизации на производственных системах

Подход	Характеристика	Достоинства	Недостатки
Запуск пилотных проектов	Предполагает цифровизацию отдельных участков производственной системы (ограниченный ввод), на основании которого, в последующем, происходит масштабирование внедрения	<ul style="list-style-type: none"> - сокращаются риски неэффективного внедрения; - перед полномасштабным внедрением проводится дополнительная оценка; 	- ограниченный участок не всегда отражает все особенности производственной системы (сохраняются скрытые риски, возникающие при масштабировании в будущем)
Эксплуатация двух систем	Предполагает полноценную разработку новой производственной системы и её параллельное внедрение на предприятии (отладка, тестовый запуск, отработка, полноценный ввод в действие)	<ul style="list-style-type: none"> - позволяет избежать простоев, связанных с обновлением старой производственной системы; - минимизируются риски неучета особенностей масштабной производственной системы; 	<ul style="list-style-type: none"> - управление двумя производственными системами более затратно; - возможна более высокая стоимость разворачивания системы «с нуля»;
Модульное обновление	Предполагает внедрение новых решений в виде дополнительных модулей, каждый из которых в последующем синхронизируется с производственной системой, осуществляется донастройка и улучшение	<ul style="list-style-type: none"> - минимизируются риски остановки производства; - производственная система адаптируется под изменения постепенно — проще выявляются нарушения и рискованные (проблемные) участки; 	<ul style="list-style-type: none"> - не каждая производственная система может быть обновлена по модулям; - сохраняются риски увеличения стоимости и сроков обновления;
Инкрементальное обновление	Предполагает постепенное планомерное и четко спланированное внедрение изменений с учетом их тестирования и поэтапного ввода	<ul style="list-style-type: none"> - все трансформации происходят постепенно и четко планируются; - минимизируются производственные потери; 	- начальные технологии и процедуры не будут соответствовать конечным, что повлияет на эффективность трансформации производственной системы;
Создание цифровых двойников	Предполагает создание цифровых копий производственной системы и отладку процессов в виртуальном имитационно-моделирующем пространстве	<ul style="list-style-type: none"> - требуется значительно меньше затрат на оценку эффективности и применимости решений; - упрощенная оптимизация производственной системы; - возможность нагрузочного тестирования, когда оценивается потенциал и реагирование производственной системы на любые изменения; 	<ul style="list-style-type: none"> - сложное и относительно дорогостоящее создание цифрового двойника; - сложность учета всех факторов реальной производственной системы;
Применение облачных технологий	Предполагает трансформацию производственных систем за счет внедрения готовых облачных решений и вычислений, готового облачного ПО и др.	<ul style="list-style-type: none"> - высокая скорость интеграции; - низкие первоначальные затраты; 	<ul style="list-style-type: none"> - не применима во многих производственных системах; - не имеет прямого отношения к производственной системе (производство продукции); - зависимость от поставщиков и др.

Таким образом, по итогам проведенного исследования проблем и перспектив разработки и применения алгоритма перехода на индустриальную цифровизацию, сделаем ряд выводов:

1. Под индустриальной цифровизацией необходимо понимать процесс и структуру действий, которые предпринимаются предприятием для цифровизации промышленных производственных систем с фокусом на внедрение современных цифровых технологий и повышение эффективности их применения. Порядок шагов и общие мероприятия, стратегии и механизмы, сформированные предприятием для задач индустриальной цифровизации, представляют под собой алгоритм индустриальной цифровизации. Разработка подобного алгоритма требует учета как общих, так и специфических проблем конкретного предприятия на внешнем и внутреннем уровнях.

2. Типовые проблемы индустриальной цифровизации раскрываются на уровне интеграции «старых» и «новых» производственных систем, состоянии национальной экономики и отраслевых особенностях, специфики конкретного предприятия и степени его цифровизации, цифровой зрелости, кибербезопасности, доступности технологий, инвестиций, финансовых ресурсов (и многих других). В процессе разработки алгоритма индустриальной цифровизации перед предприятием стоит задача балансировать перечисленными проблемами и прорабатывать механизмы их предупреждения, в чем значимую роль играют механизмы финансирования преобразований, трансформации подсистем предприятия, координации и поддержки, а также поддержания предприятия в переходный период.

3. Перспективы индустриальной цифровизации обуславливаются переходом на более эффективные промышленные системы, в которых особая роль будет отведена цифровым технологиям и формированию экосистемы технологий, интегрированных в промышленное производство, направленных на поддержку коммерческих целей промышленного предприятия. Как правило, перспективы связываются с повышением общей производственно-экономической эффективности, которая достигается благодаря значимому влиянию цифровых технологий на уровень производственных издержек, темпы и качество выпускаемой продукции, а также характер управления производственными системами.

Список литературы

1. Бабкин А.В., Шкарупета Е.В., Ташенова Л.В. Методика оценки конвергентности цифровой индустриализации и индустриальной цифровизации в условиях Индустрии 4.0 и 5.0. *π-Economy*. 2023. № 5. С. 91–108.
2. Боев А.Г. Механизм реализации стратегии институциональных преобразований промышленного комплекса в условиях цифровой экономики. *Вестник РЭА им. Г.В. Плеханова*. 2021. № 3 (117). С. 139–156.
3. Боев А.Г., Пузаков А.Г. Модель стратегии институциональных преобразований промышленных комплексов в условиях цифровизации. *Вестник ПГУ. Серия: Экономика*. 2022. № 1. С. 77–99.
4. Выручка поставщиков ИТ в промышленность растет рекордными темпами. Режим доступа: https://www.cnews.ru/reviews/tsifrovizatsiya_promyshlennosti_2023/articles/vyruchka_postavshchikov_it_v_promyshlennosti.
5. Каплюк Е.В. Цифровые технологии в индустриальном ландшафте Российской Федерации. *ЕГИ*. 2021. № 5 (37). С. 124–129.
6. Кирилов К.О. Проблемы и направления совершенствования цифровизации промышленного производства. *Изв. Саратов. ун-та Нов. сер. Сер. Экономика. Управление. Право*. 2023. № 3. С. 293–298.
7. Коровин Г.Б. Сравнительная оценка цифровизации индустриальных регионов РФ. *Экономика региона*. 2023. № 1. С. 60–74.
8. Лепеш Г.В. Модернизация промышленных комплексов индустриально развитых регионов Российской Федерации в контексте неоиндустриализации. *ТТПС*. 2019. № 3 (49). С. 3–8.
9. Миллер А.Е., Миллер М.А., Давиденко Л.М. Развитие экосистемы технологической интеграции хозяйственных структур на основе цифровизации. *Вестник СурГУ*. 2019. № 1 (23). С. 106–115.
10. Мозговой А.И. Повышение эффективности управления за счет цифровизации экономики. *Вестник евразийской науки*. 2018. № 5. С. 1–8.
11. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 07.11.2023 № 3113-р. Режим доступа: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202311090050>.

12. Темников А.О., Подшивалова М.В. Цифровая трансформация промышленности: выгоды, затраты и риски. Вестник ЮУрГУ. Серия: Экономика и менеджмент. 2022. № 2. С. 122–131.
13. Трофимова Н.Н. Проблемы стратегического управления бизнес-процессами в условиях комплексной цифровизации наукоемких производств. Вестник ГУУ. 2020. № 8. С. 33–40.
14. Тчаро Х., Воробьев А.Е., Воробьев К.А. Цифровизация нефтяной промышленности: базовые подходы и обоснование «интеллектуальных» технологий. Вестник евразийской науки. 2018. № 2. С. 1–17.
15. Угольникова О.Д., Мордовец В.А. Цифровая индустриализация стран с различными технологическими укладами. ТТПС. 2021. № 1 (55). С. 79–86.
16. Цифровизация в промышленности России. Режим доступа: <https://clck.ru/38EiAs>.

References

1. Babkin A.V., Shkarupeta E.V., Tashenova L.V. Methodology for assessing the convergence of digital industrialization and industrial digitalization in the conditions of Industry 4.0 and 5.0. *π-Economy*. 2023. No. 5. Pp. 91–108.
2. Boev A.G. Mechanism for implementing the strategy of institutional transformations of the industrial complex in the digital economy. *Vestnik REA im. G. V. Plekhanov*. 2021. No. 3 (117). Pp. 139–156.
3. Boev A.G., Puzakov A.G. Model of strategy for institutional transformations of industrial complexes in the context of digitalization. *Vestnik PGU. Series: Economics*. 2022. No. 1. Pp. 77–99.
4. Revenue from IT suppliers to industry is growing at a record pace. Access mode: https://www.cnews.ru/reviews/tsifrovizatsiya_promyshlennosti_2023/articles/vyruchka_postavshchikov_it_v_promyshlennost
5. Kapluk E.V. Digital technologies in the industrial landscape of the Russian Federation. *EGI*. 2021. No. 5 (37). Pp. 124–129.
6. Kirilov K.O. Problems and directions for improving the digitalization of industrial production. *Izv. Sarat. University of Nov. ser. Ser. Economy. Control. Right*. 2023. No. 3. Pp. 293–298.
7. Korovin G.B. Comparative assessment of digitalization of industrial regions of the Russian Federation. *Economics of the region*. 2023. No. 1. Pp. 60–74.
8. Lepesh G.V. Modernization of industrial complexes of industrially developed regions of the Russian Federation in the context of neo-industrialization. *TTPS*. 2019. No. 3 (49). Pp. 3–8.
9. Miller A.E., Miller M.A., Davidenko L.M. Development of an ecosystem of technological integration of economic structures based on digitalization. *Bulletin of Surgut State University*. 2019. No. 1 (23). Pp. 106–115.
10. Mozgovoy A.I. Increasing management efficiency through digitalization of the economy. *Bulletin of Eurasian Science*. 2018. No. 5. Pp. 1–8.
11. Order of the Government of the Russian Federation dated November 7, 2023 No. 3113-r. Access mode: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202311090050/>.
12. Temnikov A.O., Podshivalova M.V. Digital transformation of industry: benefits, costs and risks. *Bulletin of SUSU. Series: Economics and management*. 2022. No. 2. Pp. 122–131.
13. Trofimova N.N. Problems of strategic management of business processes in the context of complex digitalization of knowledge-intensive industries. *Vestnik GUM*. 2020. No. 8. Pp. 33–40.
14. Tcharo Kh., Vorobyov A.E., Vorobyov K.A. Digitalization of the oil industry: basic approaches and justification of «intelligent» technologies. *Bulletin of Eurasian Science*. 2018. No. 2. Pp. 1–17.
15. Ugolnikova O.D., Mordovets V.A. Digital industrialization of countries with different technological structures. *TTPS*. 2021. No. 1 (55). Pp. 79–86.
16. Digitalization in Russian industry. Access mode: <https://clck.ru/38EiAs>.