

Научная статья

Original article

УДК 338.364

doi: 10.55186/2413046X_2023_8_12_605

**ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ
В ТРУБНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**DIGITAL TRANSFORMATION OF PRODUCTION MANAGEMENT IN
THE PIPE INDUSTRY**



Курдюмов Александр Васильевич, кандидат экономических наук, доцент, заведующий кафедрой конкурентного права и антимонопольного регулирования, ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет», 620144 Россия, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, д. 62, тел. 8(343) 283-12-50, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2523-7595>, kurdyumov@usue.ru

Архипова Ирина Васильевна, ассистент кафедры конкурентного права и антимонопольного регулирования, ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет», 620144 Россия, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, д. 62, тел. 89826460179, ORCID: <http://orcid.org/0009-0004-2243-4368>, irina.arhipova.73@mail.ru

Kurdyumov Alexander Vasilievich, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Director of the Institute of State, Municipal Administration and Law, Head of the Department of Competition Law and Antimonopoly Regulation, Ural State Economic University, 620144 Russia, Yekaterinburg, st. March 8, 62, tel. 8(343) 283-12-50, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2523-7595>, kurdyumov@usue.ru

Arhipova Irina Vasilyevna, Assistant of the Department of Competition Law and Antimonopoly Regulation, FSBEI HE "Ural State Economic University,"

Аннотация. На фоне возрастающей конкуренции, цифровая трансформация является основным средством усиления гибкости и эффективности в любом бизнесе, также и в трубной промышленности. Благодаря цифровизации, предприятия трубной промышленности повышают эффективность систем управления, сокращая время на разработку новых продуктов, оптимизируя использование ресурсов компаний и повышая качество продукции. В данной статье проведен обзор цифровых технологий, которые используются или планируются к применению в российской трубной промышленности. На основании полученных данных авторами разработаны предложения внедрению цифровых технологий на промышленном предприятии для повышения его конкурентоспособности и нивелирования негативного влияния внешних факторов.

Abstract. Against the backdrop of increasing competition, digital transformation is the main means of increasing flexibility and efficiency in any business, as well as in the pipe industry. Due to digitalization, pipe industry enterprises improve the efficiency of management systems, reducing the time to develop new products, optimizing the use of company resources and improving product quality. This article provides an overview of digital technologies that are used or planned for use in the Russian pipe industry. Based on the obtained data, the authors developed proposals for the introduction of digital technologies at an industrial enterprise to increase its competitiveness and neutralize the negative impact of external factors.

Ключевые слова: цифровая трансформация, трубная промышленность, искусственный интеллект, цифровые двойники, большие данные

Keywords: digital transformation, pipe industry, artificial intelligence, digital twins, big data

Введение. В сложившейся ситуации, когда идет полным ходом перестройка экономических связей поиск новых точек роста для предприятий промышленного сектора экономика выходит на первый план.

Внедрение и настройка новых технологий, в том числе «цифровых» позволяет оптимизировать всю линейку бизнес-процессов промышленного предприятия. Для этих целей Правительство РФ в 2023 году обновило стратегию развития обрабатывающей промышленности на предстоящие 12 лет поставив перед собой задачи: повышения доли обрабатывающей промышленности до 15 % ВВП; достижение увеличения роста предприятий, использующих техинноваций на 17 % и др. [1, С. 706].

Цель исследования настоящей статьи заключается в выявлении и формировании возможных цифровых инструментов для применения в производстве трубной промышленности.

Материалы и методы исследования. В процессе выполнения исследования использованы как общетеоретические, так и универсальные методы (социологический опрос, методы ранжирования, систематизации, классификации и интерпретации, анализа и синтеза).

Объектом исследования являются предприятия на рынке трубной промышленности. Предмет – цифровая трансформация управления производством.

В ходе исследования авторами проанализированы применяемые инструменты и методы цифровой трансформации на промышленных предприятиях.

Результаты и обсуждение. По данным Росстата индекс деловой активности в производственном секторе в сентябре 2023 г имеет рост за два предыдущих месяца на 1,8 %. Данная динамика свидетельствует об улучшении условий экономической деятельности производственного сектора с начала 2017 года.

Необходимо отметить, что основным триггером роста показателей в производственном секторе является ВПК. Совокупный результат дополнительно обусловлен прохождением этапа коронакризиса и начала повсеместного введения санкций. [2, С. 39].

Обеспечив 10 место по цифровизации (индекс зрелости 0,897) в сфере госуправления в рейтинге Всемирного банка Россия в сфере обрабатывающей промышленности имеет индекс цифровизации 19,1 в 2021 году с ростом на 1,5 пунктов к 2020 году. Данный рост является 5 результатом после отрасли ИТ на 2,3 ед., сельское хозяйство – на 1,9 ед., водоснабжение и утилизация отходов, а также информация и связь – на 1,7 ед. [3, С. 494].

Цифровая трансформация выполняется путем использования информационных технологий и цифровых решений для повышения эффективности операций и расширения диапазона возможностей в производстве трубной промышленности. [4, С. 156].

Основными цифровыми решениями, которые уже используются для трансформации трубной промышленности, являются системы производственного управления (MES), интеллектуальные системы производственного управления (IMS), интеллектуальное производство (IP), умные машины и роботизированные системы. [5, С. 9; 6, С. 973].

В рамках четвертой промышленной революции используются Интернет вещей, облачные сервисы, цифровые двойники, анализ и использование больших данных (Big Data), применение машинного обучения, виртуальной/дополненной реальности. [7, С. 96].

Интернет вещей представляет собой сеть подключенных устройств, которые обмениваются данными и взаимодействуют друг с другом через интернет. [8, С. 81].

В трубной промышленности большие данные и Интернет вещей предоставляют уникальные возможности для систем сбора и анализа данных.

Данные могут быть использованы для мониторинга и диагностики оборудования и процессов в трубной промышленности, а также для прогнозирования, чтобы предотвратить поломки. Таким образом, Интернет вещей может существенно улучшить эффективность и надежность производства.

Основными преимуществами применения облачных сервисов в трубной промышленности являются автоматизация бизнес-процессов, виртуализация производств, эффективная многослойная аналитика данных, а также возможность развертывания гибких интегрированных систем управления. Кроме того, облачные сервисы позволяют оптимизировать логистику, предоставлять клиентам доступ к необходимым данным.

Искусственный интеллект может быть использован для улучшения производственных процессов, приближения к безошибочному производству и максимизации производительности. Это может включать в себя автоматизацию процессов транспортировки и обработки труб, а также диагностики и мониторинга оборудования. Кроме того, при использовании искусственного интеллекта трубные компании смогут анализировать большие объемы данных, изучать рынок и понимать влияние новых технологий на производство.

Виртуальную/дополненную реальность можно использовать для предоставления динамических визуальных идентификаторов и уведомлений на линии производства, чтобы снизить потери времени и ошибки у работников. Также можно использовать ее для создания виртуальных дебаггеров для инспектирования и точной определения проблем с производством труб. Это позволит операторам точно и безопасно отслеживать, как изменяется система и предпринимать соответствующие шаги.

Предприятия российской трубной промышленности уже сейчас прилагают большие усилия в цифровой трансформации производства.

Для Трубной металлургической компании (далее – ТМК) и Объединенной металлургической компании (далее – ОМК), двух крупнейших игроков рынка трубной промышленности, основной задачей является преобразование управления производством и обслуживание клиентов с помощью цифровых технологий.

В ТМК проводится цифровая трансформация для улучшения эффективности управления системой. В текущий момент ТМК разрабатывает интегрированное автоматическое решение, основанное на СИП и программе «Цифровое производство ТМК». Этот технологический алгоритм анализирует текущую деятельность, планирование, запросы и аналитическую информацию по рынкам, продажам, снабжению, производству, логистике и другим процессам и предлагает способы оптимизации стратегий. Таким образом, достигается более эффективное внутреннее взаимодействие.

«Цифровое производство ТМК», состоит из шести проектов, связанных с повышением эффективности производственной системы. В центре программы находится MES (система мониторинга и управления производственными операциями), следующие за ней – система «ЛИМС» для проведения лабораторных испытаний, «ТОРО» для обслуживания и ремонта оборудования, PIMS (система информационного моделирования и прослеживания) для хранения и передачи данных, «ЭНЕРГИЯ» – система управления энергоресурсами, а также «ПОТОК» – для отслеживания технологического процесса.

ОМК успешно протестировала на Выксунском металлургическом заводе (далее – ВМЗ) один из компонентов проекта «Цифровой инспектор», совместно осуществляемого компаниями «Газпромнефть-Развитие» и «ИНЛАЙН ГРУП». Завод испытал устройства и технологии виртуальной и дополненной реальности в сочетании с интеллектуальными очками для промышленного применения. С помощью указанных очков, которые имеют камеру и микрофон, используя голосовые команды для регистрации данных,

и, получая графику на линзу очков, инспектор может отследить производственные характеристики продукции на всем процессе.

На ВМЗ ОМК автоматизировано планирование и управление работами по ремонту на отдельных производствах. Для этого закреплены NFC-метки на все машины предприятия, а сведения о них отражены в системе SAP. Работники при помощи мобильных устройств управляют задачами по обходу и ремонту оборудования, а также контролируют время устранения неисправностей. Также система записывает выполненные работы, сотрудников, участвующих в их реализации, и используемые ТМЦ. Через специальное мобильное приложение сотрудники могут оперативно просмотреть технические документы оборудования, данные о его текущем состоянии, а также ввести нужную информацию.

Трубные компании России могут применять интегрированные цифровые технологии, которые помогут улучшить всю структуру управления предприятием, и, в первую очередь, работу производственной части. Это повысит эффективность производства и поможет повысить международную конкурентоспособность. Внедрение новых цифровых решений поможет снизить издержки, а также увеличить производительность работников на всех уровнях.

Приоритетными направлениями для внедрения рассматриваются работа с Big Data, использование искусственного интеллекта и цифровых двойников.

Так, в 2021 году Фондом развития трубной промышленности (далее – ФРТП), ТМК, ПАО «Северсталь» и ОМК разработан единый блокчейн-реестр проверки сертификатов качества на металлопродукцию, что позволяет пользователям получать актуальную информацию о продуктах в блокчейн-реестре в режиме реального времени. Проект позволяет потребителям легко проверять подлинность сертификатов продуктов за счет установления блокчейн-инфраструктуры и единой отраслевой сети. Вся информация в

блокчейн-реестре зашифрована и имеет надежную аутентификацию. Платформа SAP BTP позволяет реализовать собственную блокчейн-технология, которая помогает защитить информацию от несанкционированных изменений. Это означает, что производитель может быть уверен в том, что потребители приобретут подлинный продукт, а сами потребители могут быть уверены, что их продукт полностью соответствует сертификату.

На Загорском трубном заводе практикуется применение искусственного интеллекта и Big Data в производстве. В рамках проекта установлены камеры видеонаблюдения, фиксирующие видеоданные с производственной линии. Затем данные обрабатываются с помощью машинного зрения. Цифровой алгоритм позволяет идентифицировать трубы по времени и месту, рассчитывать их скорость и перемещение. Кроме того, он позволяет связать данные датчиков с конкретными трубами для анализа их качества и для выявления возможных дефектов, что повышает качество и безопасность производственной деятельности.

В Загорском трубном заводе также введен в эксплуатацию первый этап программы «Цифровой склад», который предполагает цифровое ведение учета готовой продукции на территории склада.

Система предусматривает применение QR-кодов на каждом экземпляре изделий на последнем шаге производства - на проверке качества, а также перед передачей на хранение на склад. Специальные мобильные сканеры, установленные у участников упаковки готовой продукции, позволяют считывать данные с QR-кода. Код содержит основную информацию о продукции, включая сертификаты качества и подробности о статусе изделия в системе.

В системе «Цифрового склада», интегрированной в текущую единую MES-систему предприятия, информация об отгрузке трубы заносится в режиме реального времени, это позволяет отслеживать ее статус и тип

отгрузки. Кроме того, формируется автоматически электронный упаковочный лист для организации процессов отгрузки и логистики. Для подключения к железнодорожной системе «Этран», эта система интегрирована с АСУ ТЛ. Соответственно, при сканировании единицы продукции и ее отправке формируются необходимые внутренние документы, а также документы для отправки загорской трубы в сети РЖД.

Таким образом, использование методов искусственного интеллекта и Big Data помогает принять адекватное решение по анализу качества продукции, а также определить потенциальные нарушения технологических нормативов. Это дает возможность вовремя принимать меры для улучшения качества производимой продукции.

На Северском и Волжском трубопрокатных заводах введены пилотные цифровые двойники прокатного стана.

С использованием высокотехнологичной модели с большим набором параметров можно воспроизвести в виртуальном окружении цеха заводов, трубопрокатные агрегаты, резьбовые соединения и т.д. Технология помогает создать виртуальные модели различных производственных ситуаций, безопасно для оборудования, ресурсов и персонала компании.

Разработка позволяет составить симуляцию процесса трубопрокатного производства. А с помощью виртуального пространства можно настраивать оборудование для достижения максимально точных характеристик продукта и минимального расхода материала.

Система, позволяющая проводить непрерывный анализ технологии и выдавать рекомендации и корректировки, необходима для сокращения погрешности толщины стенки трубы в ходе прокатного процесса, учитывая множество факторов, влияющих на процесс производства. С помощью цифровых двойников заводам удалось увеличить соотношение высокоточной продукции с геометрическими параметрами. Также цифровой двойник

помогает изготовить более совершенные трубы и прочные трубы из исключительно высококачественной стали.

Кроме того, технология цифрового двойника путем сбора данных на стане позволяет быстро вычислять оптимальные параметры управления технологическим процессом и выпускать продукцию на высоком уровне, в соответствии с требованиями заказчика.

Использование пилотных цифровых двойников при создании виртуальных прототипов оборудования и резьбовых соединений на Северском и Волжском трубопрокатных заводах позволило снизить время простоев оборудования до 1-2%, что дает реальную выгоду в условиях непрерывного производства.

Таким образом, цифровое моделирование позволяет трубным компаниям проще и быстрее отлаживать новые производственные технологии. Это приводит к уменьшению затрат на отладку, к сокращению времени, затрачиваемого на внедрение новых технологий.

Различные роботы и чат-боты приобретают всё большую популярность на промышленных предприятиях, включая трубные. Они позволяют оптимизировать затрачиваемые рабочие и технические ресурсы, перераспределяя время сотрудников между простыми рутинными действиями и сложными стратегическими задачами.

В ТМК еще в 2020 году был запущен программный робот в дирекции по маркетингу, который сократил время подготовки еженедельного обзора рынка в пять раз. В HR-дирекции работает робот, который ищет соискателей, обрабатывает резюме и анализирует данные. В бухгалтерии робот выполняет процессы, связанные с расчетами и начислениями заработной платы и проверкой актов. Кроме того, компания разрабатывает чат-бота для разрешения проблем сотрудников в режиме реального времени.

ОМК внедрила в свою бизнес-платформу 16 программных роботов, включающих роботов для решения задач хранения, закупок, продаж; выпуска

электронных больничных; эффективной централизации всех действий по управлению качеством производимой продукции. С помощью роботов увеличена прозрачность и оперативность обработки документов между ОМК и клиентами. Для сотрудников компании разработаны чат-боты, которые позволяют им быстро и удобно получать справки 2 НДФЛ или бронировать рабочие места при смешанном режиме работы (удаленный и общий).

Роботизация – это сложный и дорогостоящий процесс, который пока не может быть применен на всех уровнях трубного производства. Однако, он обеспечивает эффективное использование ресурсов и снижение временных затрат в подразделениях, которые работают со структурированными данными.

Машинное зрение в производстве труб позволяет оценить большие объемы данных за небольшое время. Это сокращает временные затраты на контроль качества продукции и снижает риск ошибок вследствие человеческого фактора.

ОМК использует дроны с машинным зрением для инвентаризации запасов отходов на ВМЗ. Это дает возможность достичь большей точности в измерениях. В процессе производства установлены приборы для измерения геометрических характеристик продукции, а также для обнаружения поверхностных дефектов. Например, система проводит автоматическое определение длины, диаметра и толщины стенки для больших труб. В настоящее время основным важным видом деятельности компании является измерение геометрии, для чего разрабатывается специальный метод выявления дефектов.

На ПНТЗ, входящем в ТМК, был осуществлён проект для проверки дефектов в бесшовных трубах с использованием технологии машинного зрения. В цехе производства «Бесшовные трубы» был установлен дефектоскоп, который сканирует поверхность и фиксирует технологические

и механические дефекты. Все данные отображаются на мониторе специалиста, что позволяет быстро отследить и исправить ошибки.

Авторами разработана и использована анкета (Google-forms) для социологического опроса работников среднего и высшего звена управления производственных трубных компаний УрФО, в объеме 138 респондентов с целью выявления наиболее актуальных цифровых решений и технологий (Рисунок 1).

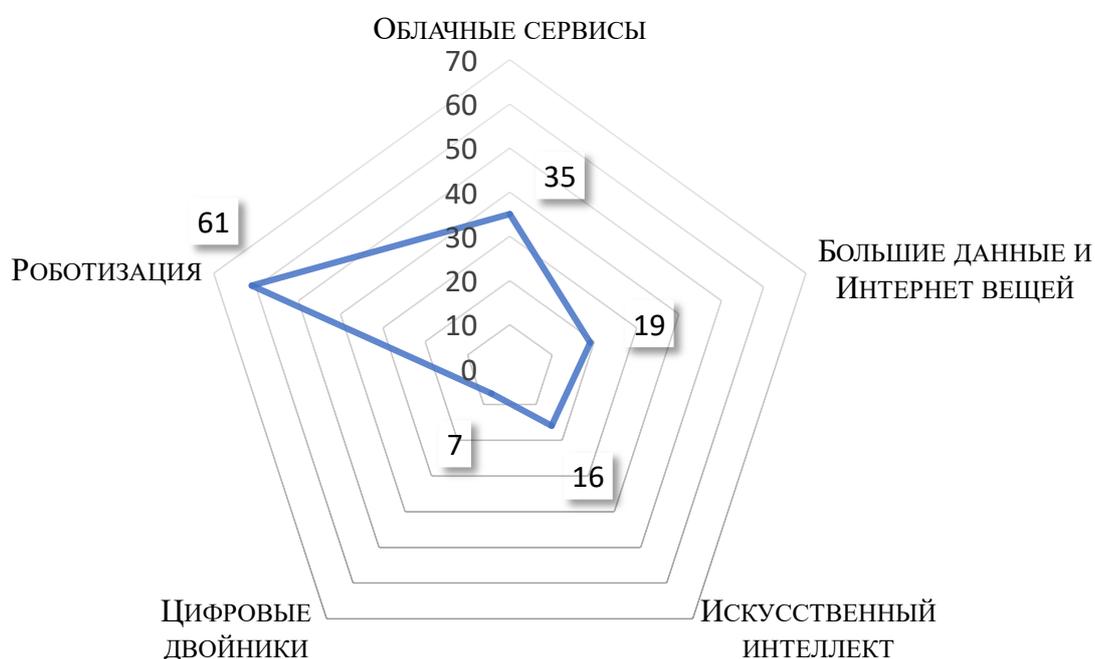


Рисунок 1. Распределение ответов на вопрос «Какие цифровые технологии позволяют оптимизировать производственные процессы трубной промышленности?»

По итогам социологического опроса, авторы ранжировали мнение респондентов по наиболее актуальным цифровым технологиям для оптимизации производственных процессов трубной промышленности, а именно:

- 44,2 % ответили – роботизация;
- 25,4 % ответили – применение облачных сервисов;
- 13,8 % отметили – искусственный интеллект;

– 11,6 % ответили – цифровые двойники;

– 5 % отметили – большие данные и Интернет вещей.

Полученные данные социологического опроса, коррелируют с данными Минцифры России.

Выводы. Широкое распространение пилотных цифровых практик ускорит цифровую трансформацию производства трубной промышленности и поможет укрепить отношения с партнерами в мире цифровых технологий.

Цифровая трансформация производства предприятий трубной промышленности должна учитывать вопросы кибербезопасности, так как данные, связанные с IT-технологиям являются возможной мишенью для взлома. Осознавая эту необходимость, трубные компании реализуют новые меры защиты.

Дальнейшее развитие и внедрение цифровых технологий (решений) позволит производственным трубным предприятиям сформировать новую бизнес-модель.

Проведенное исследование позволяет сделать вывод о наличии использования промышленными трубными компаниями цифровых технологий и решений в управлении производством. В настоящее время такие технологии как искусственный интеллект, блокчейн, Big data, цифровые двойники, роботизация, интернет вещей, машинное зрение, – только часть инновационных продуктов, используемых предприятиями трубной промышленности.

Внедрение цифровых технологий в управление производством трубной промышленности позволяет предприятиям обеспечить не только их эффективность, но и в целом провести модернизацию и переоснащение производства.

Список источников

1. Миролюбова Т. В., Радионова М. В. Цифровая трансформация и ее влияние на социально-экономическое развитие российских регионов //

Экономика региона. – 2023. – Т. 19, № 3. – С. 697-710. – DOI 10.17059/ekon.reg.2023-3-7.

2. Довгучиц С. И. Цифровая трансформация и диверсификация предприятий оборонно-промышленного комплекса // Научный вестник оборонно-промышленного комплекса России. – 2020. – № 4. – С. 39-42.

3. Воеводский В. В. Влияние цифровой трансформации на развитие экономики // Инновации и инвестиции. – 2023. – № 10. – С. 493-496.

4. Tashenova L. V., Babkin A. V., Mamrayeva D. G. Digital transformation of industrial production in the context of Industry 4.0 // Bulletin of Karaganda University. Economy Series. – 2019. – Vol. 96, No. 4. – P. 154-162.

5. Лепеш Г. В. Цифровая трансформация промышленного сектора экономики // Техничко-технологические проблемы сервиса. – 2022. – № 2(60). – С. 3-15.

6. Головина А. Н., Пешкова А. А. Сущность и содержание потенциала цифровых решений на промышленном предприятии // Экономика и предпринимательство. – 2021. – № 6(131). – С. 971-975. – DOI 10.34925/EIP.2021.131.6.190.

7. Митрофанова Я. С., Гуляев Н. Ю. Развитие системы управления и цифровой инфраструктуры промышленного предприятия на основе технологий Индустрии 4.0 // Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева. – 2023. – Т. 2, № 3(52). – С. 94-104. – DOI 10.51965/2076-7919_2023_2_3_94.

8. Толкачев С. А., Михайлова П. Ю., Нартова Е. Н. Цифровая трансформация производства на основе промышленного интернета вещей // Экономическое возрождение России. – 2017. – № 3(53). – С. 79-89.

References

1. Mirolyubova T. V., Radionova M. V. Tsifrovaya transformatsiya i yeye vliyaniye na sotsial'no-ekonomicheskoye razvitiye regionov Rossii // Ekonomika regiona. – 2023. – Т. 19, No 3. – Pp. 697-710. – DOI 10.17059/ekon.reg.2023-3-7.

2. Dovguchits S. I. Tsifrovaya transformatsiya i diversifikatsiya predpriyatij oboronno-promyshlennogo kompleksa // Nauchnyy vestnik oboronno-promyshlennogo kompleksa Rossii. – 2020. – No 4. – Pp. 39-42.
3. Voyevodskiy V. V. Obzor tsifrovyykh transformatsiy v razvitii ekonomiki // Innovatsii i investitsii. – 2023. – № 10. – Pp. 493-496.
4. Tashenova L. V., Babkin A. V., Mamrayeva D. G. Tsifrovaya transformatsiya promyshlennogo proizvodstva v kontekste Industrii 4.0 // Vestnik Karagandinskogo universiteta. Ekonom-serial. – 2019. – Tom. 96, No 4. – Pp. 154-162.
5. Lepesh G. V. Tsifrovaya transformatsiya promyshlennogo sektora ekonomiki // Tekhniko-tehnologicheskiye problemy servisa. – 2022. – No 2(60). – Pp. 3-15.
6. Golovina A. N., Peshkova A. A. Sushchnost' i vozmozhnosti tsifrovyykh resheniy na promyshlennykh predpriyatiyakh // Ekonomika i predprinimatel'stvo. – 2021. – No 6(131). – Pp. 971-975. – DOI 10.34925/EIP.2021.131.6.190.
7. Mitrofanova YA. S., Gulyayev N. YU. Razvitiye sistemy upravleniya i tsifrovyykh trudovykh promyshlennykh predpriyatij na osnove tekhnologii Industrii 4.0 // Vestnik Volzhskogo universiteta im. V.N. Tatishcheva. – 2023. – T. 2, No 3(52). – Pp. 94-104. – DOI 10.51965/2076-7919_2023_2_3_94.
8. Tolkachev S. A., Mikhaylova P. YU., Nartova Ye. N. Tsifrovaya transformatsiya proizvodstva na osnove veshchey promyshlennogo interneta // Ekonomicheskoye vozrozhdeniye Rossii. – 2017. – No 3(53). – Pp. 79-89.

Для цитирования: Курдюмов А.В., Архипова И.В. Цифровая трансформация управления производством в трубной промышленности // Московский экономический журнал. 2023. № 12.
URL: <https://qje.su/ekonomicheskaya-teoriya/moskovskij-ekonomicheskij-zhurnal-12-2023-3/>