

УДК 338.3

## ПРЕПЯТСТВИЯ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ В ЗАМКНУТЫЙ ЦИКЛ ПРОИЗВОДСТВА

Клименко А.Д.

Брянский государственный университет им. академика И.Г. Петровского, г. Брянск

Технологии развиваются быстрыми темпами и каждая новая технология имеет широкий спектр применения. В последние несколько лет стремительно развивается цифровизация, которая играет важную роль в Индустрии 4.0. Однако не все организации или отрасли оснащены новейшими технологиями для внедрения цифровых технологий. В статье выявлены главные проблемы в процессе внедрения цифровых технологий в процесс замкнутого производства.

*Ключевые слова:* цифровая трансформация, Индустрия 4.0, цифровые технологии, производство, цикличная экономика.

DOI 10.22281/2542-1697-2023-02-03-26-31

Промышленная политика многих развивающихся стран ориентирована на индустриализацию ресурсов, при этом быстрый рост населения и спроса на ресурсы приводит к их нехватке из-за многогранных эксплуатационных проблем. Эксплуатация и нехватка ресурсов сделали производимую продукцию очень дорогой и привели к необходимости экономии материалов.

Цифровизация является одним из ключевых элементов, проливающих свет на концепцию экономики замкнутого цикла (далее ЭЗЦ). Цифровизация с использованием искусственного интеллекта играет важную роль в развитии и росте ЭЗЦ. Цифровизация позволяет получить информацию о товарах и их местонахождении. Цифровизация является важным элементом этого процесса; акцент смещается на системы обслуживания продукции и ускоряется переход к ЭЗЦ. Взаимосвязанные системы часто содержат большие объемы данных, и цифровизация создает новые возможности для обработки больших объемов данных, что позволяет улучшить процесс принятия решений. Кроме того, она позволяет оценить количество отходов продукции и возможности их повторного использования. Цифровизация также влияет на планирование логистики продукции. В результате цифровизации каналы распределения стали виртуализированными. Клиенты могут получать информацию о продукции через онлайн-каналы, а продукция может продаваться в цифровом формате, что снижает воздействие ЭЗЦ на окружающую среду.

Включение цифровых технологий важно для развития циркулярных систем, однако информация о значении цифровизации для перехода к циркулярной экономике ограничена. При использовании цифровых технологий ресурсы используются более эффективно; для перехода к ЭЗЦ и улучшения жизненного цикла продукции цифровизация обеспечивает, например, доступ к данным о потреблении ресурсов продукцией. В бизнес-моделях новые технологии, такие как RFID, играют важную роль в сборе информации о функциональности продукции. Например, данные RFID могут быть использованы для понимания качества используемого продукта, что, в свою очередь, помогает в общем развитии продукта [6, с.22].

В современную индустриальную эпоху доминирует линейная экономика, в которой готовая продукция производится непосредственно из сырья. Традиционные линейные модели не учитывают такие важные факторы, как экология и человеческие ресурсы. С другой стороны, ЭЗЦ оказались более выгодными для промышленности, поскольку они более эффективно используют ресурсы, сокращают количество отходов и снижают финансовую нагрузку на отрасль [10, с. 776].

ЭЗЦ выступают в качестве важного инструмента в области управления цепями поставок и напрямую приводят к значительному положительному росту любой организации. Пандемия COVID-19 охватила все отрасли и заставила столкнуться с различными сбоями,

связанными с системами цепей поставок. В связи с этим кризисом отрасль стала уделять особое внимание созданию устойчивых сетей циркулярных цепей поставок для преодоления всех будущих проблем. Поэтому для отрасли крайне важно найти новые инновационные технологии, которые помогут цепям поставок противостоять всем будущим глобальным вызовам в рамках перехода к Индустрии 4.0 [11, с.776].

Цифровые технологии способны оказать как положительное, так и отрицательное влияние на промышленный сектор. Широкое использование цифровых технологий может способствовать совершенствованию ЭЗЦ, переходящих от линейных цепочек создания стоимости к круговым цепочкам поставок. Такая трансформация влияет на повышение производительности и эффективности продукции, особенно в части сокращения отходов и оптимизации использования ресурсов, обеспечивая тем самым экономический эффект. Технология RFID использует электромагнитные поля, которые помогают отслеживать движение материалов и восстанавливать продукцию с помощью таких стратегий, как ремонт, повторное использование и восстановление [7, с.12].

Кроме того, RFID предоставляет полную информацию о жизненном цикле изделия и помогает отслеживать продукцию, поскольку RFID-чипы подключаются к каждому изделию в цикле. Интернет вещей (IoT) объединяет все заинтересованные стороны и собирает всю информацию с помощью датчиков; в контексте ЭЗЦ IoT играет важную роль в анализе данных из различных источников. Инструменты и технологии искусственного интеллекта помогают создавать более интеллектуальные системы, способные вычислять более сложные алгоритмы в области ЭЗЦ. Аналитика данных позволяет получить комплексное представление о необработанных и встроенных данных, полученных от различных машин и используемых инструментов. Аналитика данных и большие данные открывают путь к принятию более эффективных решений для всех организаций. Они также могут помочь создать замкнутую цепочку поставок за счет тщательного контроля производства и потребления.

Эти технологии являются дорогостоящими, емкими и заставляют многие организации пересматривать свою деятельность. Исследования в области цифровых, циркулярных цепей поставок расширяются, но пока находятся на начальном этапе.

Внезапный сбой в работе цепей поставок после COVID 19 указывает на острую необходимость принятия упреждающих решений по картированию и защите сетей поставок с использованием искусственного интеллекта для прогнозирования спроса и оперативного планирования. Центры управления цепями поставок – это оптимальное решение для более быстрой диагностики, оперативного решения проблем и централизованного обзора всего предприятия [8, с. 20].

Индустрия 4.0 уже давно находится в центре внимания, поскольку она способствует интеграции технологий, отслеживанию данных, прозрачности и наглядности. Она проложила путь к созданию более совершенных децентрализованных производственных сетей, которые также обеспечивают лучшую защиту окружающей среды. ЭЗЦ – это система замкнутого цикла, которая может преобразовать многие традиционные предприятия в устойчивые.

Основная идея заключается в переработке ресурсов в замкнутой системе, направленной на устранение отходов и эффективное использование ресурсов. В результате снижается загрязнение окружающей среды и минимизируются выбросы углекислого газа. ЭЗЦ также определяется как финансовая модель, ориентированная на долгосрочное сохранение стоимости. ЭЗЦ имеет отличную основу для многоуровневых систем цепей поставок на различных уровнях, включая государственные учреждения.

Технологии Индустрии 4.0 позволяют эффективно организовывать и распределять ресурсы в различных секторах. Сбор, интеграция и анализ данных – три столпа Индустрии 4.0; RFID и Интернет вещей – лишь несколько примеров сбора данных. Системы управления реляционными базами данных, интегрирующие разрозненные источники данных, используют такие технологии, как Интернет вещей и планирование ресурсов предприятия, для обработки информации из таких систем, как управление взаимоотношениями с

клиентами, и тем самым поддерживают достижение ключевых целей. Системы управления жизненным циклом продукции объединяют ключевые данные по всем жизненным циклам и заинтересованным сторонам и связывают Индустрию 4.0 с ЭЗЦ. [12, с.13].

Аналитика больших данных и машинное обучение играют важную роль в развитии Индустрии 4.0 и ЭЗЦ. Поскольку большие данные могут быть рассчитаны и обработаны для прогнозирования будущего моделирования. Концепция ЭЗЦ еще более усиливается за счет того, что материалы находятся в системах с замкнутым циклом. Правильный баланс между Индустрией 4.0 и технологиями циркулярного производства необходим для принятия решений и устойчивой работы производства. Технологические достижения в области управления цепочками поставок и ресурсами будут способствовать переходу к циркулярной экономике. Это также приведет к созданию эффективных, устойчивых и стабильных цепочек поставок, что позволит обеспечить дальнейшее расширение ЭЗЦ.

Несмотря на эти технологические достижения, многие отрасли не решаются их внедрять. Технологии Индустрии 4.0 не были приняты многими отраслями из-за отсутствия эффективного руководства. Для реализации устойчивых стратегий в любой организации необходима поддержка высшего руководства. Такой подход играет решающую роль в достижении долгосрочных целей. Если эти технологии будут успешно внедрены, работники будут вынуждены перейти от линейной экономики к замкнутой. Многие отрасли не хотят внедрять эти технологии из-за отсутствия инфраструктуры, проблем с безопасностью, прерывания существующего бизнеса и ограниченной масштабируемости. Отсутствие достаточных инвестиций не позволяет многим отраслям внедрять новые технологии, такие как машинное обучение.

Далее представлены главенствующие проблемы и барьеры на пути внедрения цифровых технологий в систему ЭЗЦ:

1. Недостаток знаний, опыта и осведомленности о внедрении цифровизации. Для внедрения цифровизации на всех уровнях организации по всей цепочке поставок требуется упреждающее планирование, а отсутствие стандартных инструментов и бизнес-моделей является проблемой для Индустрии 4.0. На международных рынках некоторые организации не владеют основными принципами Индустрии 4.0 и поэтому не могут использовать потенциал будущего, а также не осознают преимуществ внедрения принципов Индустрии 4.0 [3, с.93].

2. Отсутствие инфраструктуры. В эпоху растущих технологических стандартов возникает потребность в современных системных инфраструктурах, способных обрабатывать и интегрировать широкий спектр компонентов и устройств. Отсутствие качественных инфраструктурных ресурсов играет отрицательную роль в реализации Индустрии 4.0 [1, с.65].

Отсутствие качественных систем и инфраструктуры может сделать проблематичным взаимодействие между различными компонентами системы и затруднить взаимодействие с физическим миром. Отсутствие инфраструктуры также может создавать барьеры, приводящие к задержкам в сети поставок, что, в свою очередь, может привести к внутренним атакам на программное обеспечение и изменению информации, получаемой пользователями.

3. Проблема безопасности. Хакерские атаки и дезинформация представляют собой ряд проблем в области безопасности, поскольку связаны с большими объемами критически важной информации. Одними из основных технических барьеров являются информационная безопасность и технические уязвимости. [4, с.36].

Сети цепочек поставок, как правило, небезопасны из-за большого количества транзакций, в которых доступны аутентификационные данные. Это может привести к серьезным проблемам с конфиденциальностью данных. Недостаточный уровень безопасности ограничивает дальнейший прогресс в деловой среде и усиление безопасности для обеспечения надежного потока данных и информации является одной из основных задач.

4. Зависимость от сторонних поставщиков технологий. Для эффективного внедрения Индустрии 4.0 необходимы высококачественные данные в режиме реального времени, а

поскольку ИТ-ресурсы и инфраструктура не оснащены новейшими технологиями, наблюдается заметная зависимость от сторонних поставщиков, что вызывает множество вопросов и опасений относительно надежности и безопасности системы [5, с.79].

5. Нарушение существующих рабочих мест. По мере развития технологий сотрудники неохотно осваивают новейшие навыки, опасаясь потерять работу, и, как следствие, уходят в себя и не обновляются, чтобы соответствовать растущим технологическим стандартам. Это косвенно влияет на процесс внедрения Индустрии 4.0. Недостаточная осведомленность об устойчивости и адаптации к потребностям цепочки поставок может стать источником угроз [2, с.38].

6. Инвестиционные затраты. Инвестиционные затраты являются одной из основных проблем при внедрении Индустрии 4.0. Для внедрения новейших технологий, связанных с Индустрией 4.0, требуются крупные инвестиции. Высокие инвестиционные затраты часто заставляют инвесторов беспокоиться о безопасности своих сделок, что может привести к отказу от инвестиций. Затраты также возникают, когда организации пытаются преобразовать в новую систему информацию, собранную по всей цепочке поставок [13, с.99].

Большинство отраслей промышленности страдают от нехватки финансовых инвестиций и активов, что приводит к невозможности использовать самые современные ресурсы. С появлением новых технологий они требуют полномасштабной поддержки аппаратного и программного обеспечения [9, с.118].

7. Негативное восприятие. Большая часть негатива сосредоточена на общественном имидже, который играет важную роль в принятии и внедрении новых технологий для развития Индустрии 4.0. Основной причиной негативного восприятия внедрения новых технологий в последнее время является отсутствие безопасности в цепочке поставок, что приводит к другим незаконным действиям и, соответственно, к нерешительности организаций в отношении внедрения новых технологий.

Недостаток финансовых ресурсов и неэффективное планирование приводят к тому, что руководители подразделений не хотят осознавать преимущества и поддерживать мероприятия, связанные с Индустрией 4.0. Отсутствие долгосрочной приверженности принципам устойчивого развития со стороны высшего руководства приводит не только к проблемам среди отдельных сотрудников, но и влияет на цикл цепочки поставок. Отсутствие программ стимулирования может быть причиной неопределенности выгод. Поддержка и заинтересованность высшего руководства имеют решающее значение для создания прочных связей между людьми, которые имеют решающее значение для реализации Индустрии 4.0 [11, с.196].

Сегодня правильное внедрение Индустрии 4.0 и цифровизация являются жизненно важным для компаний, чтобы быть конкурентоспособными. Сочетание правильных технологий Индустрии 4.0 и циркулярной экономики открывает путь к устойчивому ведению бизнеса. Инвестиции имеют решающее значение для внедрения новейших технологий. Сложности в разных отраслях различны, но в долгосрочной перспективе это может повысить согласованность действий организации. Различные меры государственной политики также могут способствовать развитию цифровизации в целях укрепления устойчивой практики и развития циркулярной экономики, отвечающей требованиям Индустрии 4.0. Помимо внедрения технологий, в центре внимания должны быть люди, обеспечивающие их реализацию и исполнение. Менеджеры по внедрению могут сосредоточиться на устранении барьеров, препятствующих успешной цифровизации.

#### **Список использованных источников**

1. Бочарова, С.В. Анализ проблем в управлении качеством на современных промышленных предприятиях / С.В. Бочарова, Л.Ф. Попова, М.Н. Яшина // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. – 2018. – № 4(73). – С. 63-68.
2. Зоргнер, А. Автоматизация рабочих мест: угроза для занятости или источник

- предпринимательских возможностей? // Форсайт. – 2017. – Т. 11, № 3. – С. 37-48.
3. Морозова, О.И. Проблемы кадрового дефицита в условиях цифровой экономики / О.И. Морозова, А.В. Семенихина // Международный научно-исследовательский журнал. – 2020. – № 6-4(96). – С. 93-97.
4. Назарова, О.Г. Информационная безопасность в период становления цифровой экономики в России / О.Г. Назарова, А.Д. Клименко // Экономика. Социология. Право. – 2020. – № 2(18). – С. 35-41.
5. Руденко, М.Н. Импортзамещение информационно-коммуникационных технологий в России / М.Н. Руденко, С.В. Чернявский, В.С. Чернявский, Ю.Д. Субботина // Вестник Томского государственного университета. Экономика. – 2022. – № 58. – С. 77–87.
6. Клименко, А.Д. Особенности инновационного развития в цифровой экономической среде / А. Д. Клименко // Экономика. Социология. Право. – 2022. – № 4(28). – С. 20-25. – DOI 10.22281/2542-1697-2022-01-04-20-25.
7. Бабич, О.В. Модель цифровой трансформации современного предприятия / О.В. Бабич, А.А. Сидорова // Путеводитель предпринимателя. – 2020. – вып. 43. – С. 11 - 21.
8. Матюшкина, И.А. Цифровая трансформация предприятий обрабатывающей промышленности / И.А. Матюшкина, М.Ю. Серегина // Экономика. Социология. Право. – 2023. – № 2(30). – С. 19-25. – DOI 10.22281/2542-1697-2023-02-02-19-25.
9. Региональное управление и развитие территорий в условиях цифровой экономики / О.В. Бабич, И.В. Игольникова, И.А. Матюшкина, Л.С. Митюченко. – Курск: Закрытое акционерное общество «Университетская книга», 2023. – 239 с. – ISBN 978-5-907744-04-2.
10. Ivanov D., Dolgui A. A digital supply chain twin for managing the disruption risks and resilience in the era of Industry 4.0 //Production Planning & Control. – 2021. – Т. 32. – №. 9. – С. 775-788.
11. Mittal S. et al. A critical review of smart manufacturing & Industry 4.0 maturity models: Implications for small and medium-sized enterprises (SMEs) //Journal of manufacturing systems. – 2018. – Т. 49. – С. 194-214.
12. Nandi S. et al. Redesigning supply chains using blockchain-enabled circular economy and COVID-19 experiences //Sustainable Production and Consumption. – 2021. – Т. 27. – С. 10-22.
13. Rajput S., Singh S. P. Connecting circular economy and industry 4.0 //International Journal of Information Management. – 2019. – Т. 49. – С. 98-113.

### Сведения об авторах

Клименко Александр Дмитриевич – аспирант 2 курса специальности «Региональная и отраслевая экономика» ФГБОУ ВО «Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского», lupin.2221@gmail.com.

UDC 338.3

## IMPACT OF DIGITAL TWIN TECHNOLOGY ON THE PRODUCTION ACTIVITIES OF ENTERPRISES

Klimenko A.D.

Bryansk State Academician I.G. Petrovski University, Bryansk

Technology is evolving at a rapid pace and each new technology has a wide range of applications. In the last few years, digitalisation has developed rapidly and plays an important role in Industry 4.0. However, not all organisations or industries are equipped with the latest technology to implement digitalisation. This article identifies the major challenges in the process of implementing digital technology in the closed loop manufacturing process.

*Keywords: digital transformation, Industry 4.0, digital technology, manufacturing, cyclical economy.*

**References**

1. Bocharova, S.V. Analysis of problems in quality management at modern industrial enterprises / S. V. Bocharova, L. F. Popova, M. N. Yashina // Bulletin of Saratov State Socio-Economic University. – 2018. - № 4(73). – С. 63-68.
2. Zorgner, A. Automation of workplaces: a threat to employment or a source of entrepreneurial opportunities? // Foresight. – 2017. – Т. 11, № 3. – С. 37-48.
3. Morozova, O.I. Problems of personnel deficit in the digital economy / O. I. Morozova, A. V. Semenikhina // International Research Journal. – 2020. – № 6-4(96). – С. 93-97.
4. Nazarova, O.G. Information security in the period of formation of digital economy in Russia / O.G. Nazarova, A.D. Klimenko // Economy. Sociology. Law. – 2020. – № 2(18). – С. 35-41.
5. Rudenko, M.N. Import substitution of information and communication technologies in Russia / M.N. Rudenko, S.V. Chernyavskiy, V.S. Chernyavskiy, Y.D. Subbotina // Bulletin of Tomsk State University. Economics. – 2022. – № 58. – С. 77-87.
6. Klimenko, A.D. Features of innovative development in the digital economic environment / A.D. Klimenko // Economy. Sociology. The right. – 2022. – № 4(28). – Pp. 20-25. – DOI 10.22281/2542-1697-2022-01-04-20-25.
7. Babich O.V., Sidorova A.A. Model of digital transformation of a modern enterprise / O.V. Babich, A.A. Sidorova // Entrepreneur's Guide. – 2020. – vol. 43. – p. 11-21.
8. Matyushkina, I. A. Digital transformation of manufacturing enterprises / I. A. Matyushkina, M. Yu. Seregina // Economy. Sociology. The right. – 2023. – № 2(30). – Pp. 19-25. – DOI 10.22281/2542-1697-2023-02-02-19-25.
9. Regional management and development of territories in the digital economy / O.V. Babich, I.V. Igolnikova, I.A. Matyushkina, L.S. Mityuchenko. – Kursk: Closed Joint Stock Company "University Book", 2023. – 239 p. – ISBN 978-5-907744-04-2.
9. Ivanov D., Dolgui A. A digital supply chain twin for managing the disruption risks and resilience in the era of Industry 4.0 // Production Planning & Control. – 2021. – Т. 32. – №. 9. – С. 775-788.
10. Mittal S. et al. A critical review of smart manufacturing & Industry 4.0 maturity models: Implications for small and medium-sized enterprises (SMEs) // Journal of manufacturing systems. – 2018. – Т. 49. – С. 194-214.
11. Nandi S. et al. Redesigning supply chains using blockchain-enabled circular economy and COVID-19 experiences // Sustainable Production and Consumption. – 2021. – Т. 27. – С. 10-22.
12. Rajput S., Singh S. P. Connecting circular economy and industry 4.0 // International Journal of Information Management. – 2019. – Т. 49. – С. 98-113.

**Author`s information**

Klimenko Alexander Dmitrievich - PhD student of the 2nd course in «Regional and Sectoral Economics» Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education «Bryansk State University named after a.G. Petrovsky», lupin.2221@gmail.com.