

Научная статья

Original article

УДК 33

doi: 10.55186/2413046X\_2023\_8\_4\_142

**ОТРАСЛЬ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ И АКТУАЛЬНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ  
ЦИФРОВИЗАЦИИ**  
**WASTE RECYCLING INDUSTRY AND CURRENT TRENDS IN  
DIGITALIZATION**



**Полуэктов Тимофей Юрьевич**, аспирант Института государственной службы и управления, Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ, (РФ, 119571, Москва, пр. Вернадского, 82), E-mail: [kevdurant35@yandex.ru](mailto:kevdurant35@yandex.ru), ORCID: 0000-0001-5295-2538

**Poluektov Timofey Yurievich**, postgraduate student of the Institute of Public, Administration and Management, RANEPА(Russian Federation, 119571, Moscow, Vernadsky Ave., 82), E-mail: [kevdurant35@yandex.ru](mailto:kevdurant35@yandex.ru), ORCID: 0000-0001-5295-2538

**Аннотация.** Цифровая трансформация стала новой эрой бизнеса, степенью в развитии промышленности, обеспечиваемой широким использованием интеллектуальных технологий. Поскольку поток данных становится все более интенсивным, отрасли будут все больше полагаться на цифровые технологии для эффективного управления своим бизнесом.

Индустрия переработки и утилизации отходов находится в состоянии трансформации. Поскольку стоимость отходов продолжает расти и требует повышения эффективности, а клиенты, разбирающиеся в цифровых технологиях, ожидают все больше цифровых решений во всех аспектах, включая сбор

отходов, необходимость перехода организаций на цифровую бизнес-модель становится все более актуальной.

Это исследование дает глубокое представление о влиянии цифровой трансформации на отрасль переработки отходов, уделяя особое внимание различным интеллектуальным технологиям и их потенциалу. Также в работе изучена теоретическая база исследования такого побочного явления цифровизации, как электронные отходы.

**Abstract.** Digital transformation has become a new era of business, a step in the development of industry, provided by the widespread use of intelligent technologies. As the flow of data becomes more intense, industries will increasingly rely on digital technology to effectively manage their businesses.

The recycling and recycling industry is in a state of transformation. As the cost of waste continues to rise and requires increased efficiency, and digital-savvy customers expect more and more digital solutions in all aspects, including waste collection, the need for organizations to switch to a digital business model is becoming increasingly urgent.

This study provides a deep insight into the impact of digital transformation on the waste recycling industry, focusing on various intelligent technologies and their potential. The paper also examines the theoretical basis for the study of such a side phenomenon of digitalization as electronic waste.

**Ключевые слова:** переработка отходов, исследования и разработки, бытовые отходы, цифровая трансформация, электронные отходы

**Keywords:** circular economy, waste recycling, research and development, household waste, digital transformation, electronic waste

### **Введение**

Мир движется к ситуации, когда нехватка ресурсов приведет к резкому росту стоимости материалов, а национальные правительства будут решать проблему утилизации постоянно накапливающейся критического объема отходов. Действительно, большинство видов человеческой деятельности порождают отходы [Brunner, 2014]. В последнее время скорость и количество их

образования увеличиваются. По мере увеличения объема отходов увеличивается и их разнообразие [Vergara, 2012].

Поэтому были изучены недавние исследования, в которых утверждается, что цифровые технологии являются ключевыми факторами, способствующим повышению производительности компаний в перерабатывающей отрасли.

Несмотря на это, в российской научной периодике по-прежнему игнорируется вопрос о том, как цифровые технологии могут обеспечить такой переход в отечественных условиях. Чтобы восполнить пробел, в этой работе представлено теоретическое обоснование эффективности цифровизации в перерабатывающей отрасли.

В исследовании объясняется, как влияние цифровой трансформации на создание стоимости выходит за рамки обрабатывающей промышленности. В исследовании далее описываются факторы, определяющие ценность развития цифровизации и определяются условия, на которых основывается успех цифровой промышленной трансформации.

Исследование опирается на полученные результаты и предлагает важные теоретические и практические выводы, подчеркивает существующие пробелы в литературе и обсуждает возможные направления будущих исследований.

### **Понятие и сущность утилизации отходов**

Надлежащее управление отходами многие столетия не было серьезной проблемой, поскольку население было небольшим, а объем используемой площади земель был ограничен. В те дни окружающая среда легко поглощала производимые отходы [Tchobanoglous, 1993]. Значительное увеличение объема образования отходов началось в шестнадцатом веке, когда люди начали переезжать из сельской местности в города в результате промышленной революции [Wilson, 2007].

Миграция людей в города привела к демографическому взрыву, что, в свою очередь, привело к резкому увеличению объема и разнообразия состава отходов, образующихся в городах. Именно тогда такие материалы, как металлы и стекло, начали появляться в больших количествах в потоке муниципальных

отходов [Williams, 2005]. Эти свалки, в свою очередь, образовали места размножения паразитов, представляющих значительный риск для здоровья населения. Некорректные методы обращения с отходами привели к нескольким вспышкам эпидемий с высоким уровнем смертности [Tchobanoglous, 1993]. В девятнадцатом веке государственные чиновники начали утилизировать отходы контролируемым образом, чтобы обезопасить население [Tchobanoglous et al, 1993].

Вся сфера переработки отходов сосредоточена вокруг такой научной категории, как «отходы». Согласно Уайту, Отходы — это бесполезный побочный продукт деятельности [White, 1995]. Согласно Басу, отходы определяются как продукт или материал, утративший для пользователя полезные свойства [Basu, 2009]. Дейкема и др. [Dijkema, 2000] указали, что отходы — это материалы, от которых потребители намерены избавиться, в том числе на возмездной основе.

Современное управление отходами в первую очередь направлено на предотвращение образования отходов, наносящих вред здоровью человека и окружающей среде, а не на утилизацию. Однако в реальной жизни это не представляется возможным. Вследствие этого целевые установки управления отходами смещаются. Ключевым аспектом становится наука о том, как обращаться с уже образовавшимися отходами, как можно их безвредно или с минимальным уроном для окружающей среды утилизировать, рационализировать использование посредством переработки на вторичное сырье.

Таким образом, на основании исследованных определений «утилизация отходов» следует подытожить, что утилизация отходов представляет собой организацию системы сбора отходов, транспортировки до мест сортировки, обезвреживания, хранения и переработки. В рамках отечественной практики под утилизацией отходов подразумевается не только непосредственная переработка отходов, но и вывоз отходов на свалки, мусорные полигоны, захоронение отходов.

## **Цифровая трансформация и переработка отходов**

Экономическая глобализация вынуждает фирмы по всему миру постоянно создавать, внедрять инновации и совершенствовать технологии, чтобы использовать цифровую трансформацию для достижения своих целей и обеспечения производительности. Цифровая трансформация стала новой нормой и рассматривается как фактор, существенно влияющий на бизнес-процессы [Li, 2021] Таким образом, цифровая трансформация является критически важной тенденцией для производственных компаний.

В то же время были высказаны опасения по поводу рисков цифровизации для окружающей среды [Bieser, 2018; Malmodin, 2018]. Взаимосвязь между цифровой трансформацией и экологической устойчивостью является сложной, и вопрос о том, способствует или препятствует цифровая трансформация экологической устойчивости, остается предметом дискуссий в научном сообществе.

В научной литературе было представлено несколько обзорных статей на эту тему. Крумай и др. [Krumay, 2016] провели обзор оценок воздействия технологий на окружающую среду. В этом исследовании они сосредоточились на показателях, применяемых компаниями для измерения воздействия на окружающую среду оборудования информационно-коммуникационных технологий (ИКТ). Между тем, Бизер [Bieser, 2018] провел системный обзор литературы о косвенном воздействии ИКТ на окружающую среду.

Кан и др. [Kang, 2016] отметили одним из технических компонентов интеллектуального производства являются киберфизические системы. Керин и Фам [Kerin, 2019] утверждают, что такие технологии, как Интернет вещей (IoT), аддитивное производство, роботы для совместной работы (cobots), виртуальная /дополненная реальность (VR / AR) и прочие технологии являются перспективными для сектора переработки. Главным образом потому, что операции в этом секторе по-прежнему состоят из ручных процессов.

Таким образом, на протяжении последних десятилетий цифровая трансформация была в центре внимания многих исследователей и практиков.

Цифровая трансформация охватывает глубокие изменения, которые происходят во всех аспектах общества, организаций и отраслей благодаря использованию цифровых технологий, таких как искусственный интеллект, анализ больших данных, Интернет вещей, блокчейн и другие технологии [Vial, 2019].

Растущая глобальная конкуренция оказывает влияние на производственные предприятия, поскольку жесткая конкуренция создает нагрузку на ограниченные ресурсы, что влияет на их доступность и конкурентоспособность. Поскольку глобальное потребление материалов и ежегодное образование отходов, как ожидается, удвоятся к 2050 году, переход к более устойчивой производственно-экономической системе является жизненно важным требованием акторов современного рынка [European Commis, 2020].

### **Выводы**

В заключение следует отметить, что индустрия переработки отходов претерпевает значительные изменения, вызванные цифровизацией и новыми технологиями. Внедрение цифровых технологий создает новые возможности для повышения эффективности, прозрачности и устойчивости операций по обращению с отходами.

Применение передовой аналитики и машинного обучения помогает компаниям по переработке отходов оптимизировать свою деятельность и снизить затраты при одновременном улучшении экологических показателей. Кроме того, использование датчиков и устройств Интернета вещей позволяет осуществлять мониторинг сбора и переработки отходов в режиме реального времени, что приводит к улучшению сбора данных и управления ими.

Однако цифровая трансформация отрасли переработки отходов также сопряжена с рядом проблем. Отрасль сталкивается со значительными препятствиями с точки зрения качества данных, безопасности и конфиденциальности, которые необходимо устранить, чтобы полностью реализовать потенциал цифровизации. Кроме того, существует необходимость в стандартизации цифровых технологий для обеспечения бесшовной интеграции и обмена данными между системами управления отходами.

В будущем индустрия переработки отходов должна продолжать внедрять цифровизацию, чтобы оставаться конкурентоспособной и удовлетворять растущие требования потребителей к устойчивым решениям по обращению с отходами. Это потребует согласованных усилий заинтересованных сторон отрасли, политиков и поставщиков технологий для решения проблем и эффективного использования возможностей цифровизации. Успех этих усилий будет зависеть от способности отрасли сотрудничать, внедрять инновации и цифровые решения, способствующие повышению эффективности работы и экологической устойчивости.

#### **Список источников**

1. Basu R. Solid Waste Management-A Model Study. Sies Journal of Management. 2009. №6. PP. 20-24.
2. Bieser J. C. T., Hilty L. M. Assessing indirect environmental effects of information and communication technology (ICT): a systematic literature review // Sustainability, 2018.vol. 10. № 8.
3. Brunner P. H., Rechberger H. Waste to energy—key element for sustainable waste management // Waste Management. 2014. №37. PP. 3-12. DOI: 10.1016/j.wasman.2014.02.003
4. Dijkema G. P. J., Reuter M. A., Verhoef E. V. A. new paradigm for waste management // Waste Management. 2000. №20(8). P. 633-638. DOI: 10.1016/S0956-053X(00)00052-0.
5. Kang H.S., Lee J.Y., Choi S., Kim H., Park J.H. Smart manufacturing: past research Present Find. Future Direct. 2016. №3 (1). PP.111-128.
6. Kerin M., Pham D.T. A review of emerging industry 4.0 technologies in remanufacturing J. Cleaner Product. 2019. №237.
7. Krumay B., Brandtweiner R. Measuring the environmental impact of ICT hardware // International Journal of Sustainable Development and Planning. 2016. vol. 11. № 6. PP. 1064–1076.
8. Leading the Way to a Global Circular Economy: State of Play and Outlook; Commission Staff Working Document; European Commission. 2020. URL:

[https://ec.europa.eu/environment/circularconomy/pdf/leading\\_way\\_global\\_circular\\_economy.pdf](https://ec.europa.eu/environment/circularconomy/pdf/leading_way_global_circular_economy.pdf)

9. Malmudin J. , Lundén D. The energy and carbon footprint of the global ICT and E& M sectors 2010–2015 // Sustainability. 2018. vol. 10. № 9.
10. Tchobanoglous G., Theisen H., Vigil S. Integrated Solid Waste Management: Engineering Principles and Management Issues // Water Science & Technology Library. 1993. №8(1). P.63-90.
- 11.
12. Vergara S. E., Tchobanoglous G. Municipal Solid Waste and the Environment: A Global Perspective // Environment and Resources. 2012. №37(37). PP. 277-309. DOI: 10.1146/annurev-environ-050511-122532
13. Vial G. Understanding digital transformation: a review and a research agenda // The Journal of Strategic Information Systems. 2019. vol. 28, № 2. PP. 118–144,
14. White P. R., Franke M., Hindle P. Integrated Solid Waste Management: A Lifecycle Inventory. Berlin: Springer. 1995.
15. Wilson D. C. Development drivers for waste management // Waste Management & Research the Journal of the International Solid Wastes & Public Cleansing Association Iswa. 2007. №25(3). PP. 198-207. DOI: 10.1177/0734242X07079149.

### References

1. Basu R. Solid Waste Management-A Model Study. Sies Journal of Management. 2009. No.6. pp. 20-24.
2. Bieser J. C. T., Hilty L. M. Assessing indirect environmental effects of information and communication technology (ICT): a systematic literature review // Sustainability, 2018.vol. 10. No. 8.
3. Brunner P. H., Rechberger H. Waste to energy—key element for sustainable waste management // Waste Management. 2014. No.37. PP. 3-12. DOI: 10.1016/J.wasman.2014.02.003
4. Dijkema G. P. J., Reuter M. A., Verhoef E. V. A. new paradigm for waste management // Waste Management. 2000. No.20(8). pp. 633-638. DOI: 10.1016/S0956-053X(00)00052-0.



5. Kang H.S., Lee J.Y., Choi S., Kim H., Park J.H. Smart manufacturing: past research Present Find. Future Direct. 2016. №3 (1). PP.111-128.
6. Kerin M., Pham D.T. A review of emerging industry 4.0 technologies in remanufacturing J. Cleaner Product. 2019. №237.
7. Krumay B., Brandtweiner R. Measuring the environmental impact of ICT hardware // International Journal of Sustainable Development and Planning. 2016. vol. 11. № 6. PP. 1064–1076.
8. Leading the Way to a Global Circular Economy: State of Play and Outlook; Commission Staff Working Document; European Commission. 2020. URL: [https://ec.europa.eu/environment/circularconomy/pdf/leading\\_way\\_global\\_circular\\_economy.pdf](https://ec.europa.eu/environment/circularconomy/pdf/leading_way_global_circular_economy.pdf)
9. Malmodin J. , Lundén D. The energy and carbon footprint of the global ICT and E& M sectors 2010–2015 // Sustainability. 2018. vol. 10. № 9.
10. Tchobanoglous G., Theisen H., Vigil S. Integrated Solid Waste Management: Engineering Principles and Management Issues // Water Science & Technology Library. 1993. No.8(1). p.63-90.
- 11.
12. Vergara S. E., Tchobanoglous G. Municipal Solid Waste and the Environment: A Global Perspective // Environment and Resources. 2012. №37(37). PP. 277-309. DOI: 10.1146/annurev-environ-050511-122532
13. Vial G. Understanding digital transformation: a review and a research agenda // The Journal of Strategic Information Systems. 2019. vol. 28, № 2. PP. 118–144,
14. White P. R., Franke M., Hindle P. Integrated Solid Waste Management: A Lifecycle Inventory. Berlin: Springer. 1995.
15. Wilson D. C. Development drivers for waste management // Waste Management & Research the Journal of the International Solid Wastes & Public Cleansing Association Iswa. 2007. №25(3). PP. 198-207. DOI: 10.1177/0734242X07079149.

**Для цитирования:** Полуэктов Т.Ю. Отрасль переработки отходов и актуальные тенденции цифровизации // Московский экономический журнал. 2023. № 4.

Московский экономический журнал. № 4. 2023

Moscow economic journal. № 4. 2023

URL: <https://qje.su/ekonomicheskaya-teoriya/moskovskij-ekonomicheskij-zhurnal-4-2023/>

© Полуэктов Т.Ю., 2023. *Московский экономический журнал, 2023, № 4.*