

АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЦЕССЕ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ

ЧЕРНЫШЕВА Анна Владимировна

кандидат философских наук, доцент

КОВАЛЕВСКАЯ Софья Алексеевна

студент

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

г. Москва, Россия

В современном мире информационные технологии все больше проникают в повседневную жизнь людей, изменяя способы их работы, оказывая глубокое влияние на образ жизни и открывая новые возможности для научного познания. В данной статье рассматривается влияние цифровых технологий на эффективность утилизации отходов. Особое внимание уделяется современным технологиям, которые трансформируют процессы сбора, сортировки и переработки отходов.

Ключевые слова: цифровые технологии, утилизация отходов, интернет вещей, искусственный интеллект, экономика замкнутого цикла.

Трансформация отрасли утилизации отходов представляет собой процесс перехода от устаревших методов, таких как захоронение и сжигание, к современным, экологически безопасным и экономически выгодным подходам. Это включает внедрение раздельного сбора и сортировки отходов, развитие технологий переработки, таких как рециклинг и компостирование, а также сокращение объёмов захоронения за счёт повторного использования материалов.

Сегодня всё больше стран и компаний внедряют раздельный сбор отходов, чтобы упростить их дальнейшую переработку с помощью рециклинга, компостирования органики, пиролиза и химического разложения сложных материалов. Важную роль играет концепция экономики замкнутого цикла, в которой отходы рассматриваются не как мусор, а как ресурс для новых производственных циклов. Цифровые технологии значительно трансформируют отрасль утилизации отходов. Например, автоматизированные линии сортировки, умные контейнеры с датчиками заполнения и система логистики, все это оптимизирует процесс утилизации. Глобальным трендом становится сокращение одноразового пластика, развитие биоразлагаемых материалов и поиск альтернативных способов утилизации, которые минимизируют вред для окружающей среды.

Всё вышеперечисленное показывает, что утилизация отходов перестаёт быть просто

способом избавления от мусора, а превращается в важную часть устойчивого развития, при котором экология и экономика работают вместе.

Цифровые технологии играют ключевую роль в трансформации отрасли утилизации отходов, делая процессы более эффективными, прозрачными и экологически ответственными. Их внедрение способствует достижению целей устойчивого развития, снижению нагрузки на окружающую среду и созданию экономики замкнутого цикла. Рассмотрим подробнее, какие результаты дает применение таких современных технологий, как Интернет вещей (IoT), искусственный интеллект (ИИ) и блокчейн в процессе утилизации отходов.

1. Современные умные контейнеры, оборудованные специальными датчиками, способны сами измерять уровень заполнения. Эти датчики собирают информацию о количестве отходов и передают данные в централизованную систему управления. Благодаря этому коммунальные службы получают точные сведения о том, какие контейнеры нуждаются в очистке в данный момент [4].

Такой интеллектуальный подход к организации вывоза отходов дает несколько важных преимуществ. Во-первых, значительно оптимизируются маршруты мусоровозов, что приводит к сокращению количества рейсов, уменьшению расхода топлива и снижению

вредных выбросов в атмосферу [4]. Во-вторых, система помогает предотвращать переполнение мусорных баков, что особенно важно в густонаселенных районах, где переполненные контейнеры могут создавать антисанитарные условия и становиться источником неприятных запахов [3].

Кроме того, данные, собираемые с помощью IoT-устройств, позволяют анализировать динамику накопления отходов в разных районах города. В перспективе такие системы могут быть интегрированы с другими городскими сервисами, создавая единую экосистему «умного города», в которой управление отходами станет более прозрачным и эффективным.

Важно отметить, что внедрение подобных технологий требует определенных инвестиций в инфраструктуру, однако, как показывают исследования, эти затраты достаточно быстро окупаются за счет экономии на логистике и повышения качества услуг [3].

2. Современные сортировочные линии, оснащенные системами компьютерного анализа и машинного обучения, могут анализировать движущийся поток мусора со скоростью до нескольких тысяч объектов в минуту. Такие системы способны точно идентифицировать различные виды пластика, отличать алюминиевые банки от стальных, разделять стекло по цветам и даже распознавать композитные материалы [4].

Преимущества использования ИИ в сортировке отходов очевидны. Во-первых, точность работы автоматизированных систем позволяет получать более чистое вторичное сырье. Во-вторых, они могут работать круглосуточно, значительно увеличивая производительность перерабатывающих предприятий. Важно подчеркнуть, что такие технологии снижают риски для здоровья работников, исключая их контакт с потенциально опасными отходами.

Еще одно важное направление применения ИИ – прогнозная аналитика. Анализируя данные за предыдущие периоды, можно предсказывать сезонные колебания объемов определенных видов отходов, изменения в составе поступающего сырья и даже колебания спроса на вторичные материалы. Это позво-

ляет предприятиям заранее адаптировать свои производственные мощности, оптимизировать загрузку оборудования и более рационально использовать ресурсы [4].

3. Применение блокчейн-технологий в сфере управления отходами создает принципиально новую систему контроля за движением вторичного сырья. Каждая операция, будь то передача партии отходов перерабатывающему предприятию или подтверждение экологически безопасной утилизации, фиксируется в системе и становится доступной для проверки всеми участниками процесса [1].

Особую ценность блокчейн представляет для контроля за опасными отходами, поскольку позволяет точно фиксировать, кто, когда и каким образом осуществил их переработку. Это исключает возможность незаконного захоронения или вывоза опасных материалов на несанкционированные свалки.

Кроме того, блокчейн-решения помогают бороться с мошенничеством в сфере обращения с отходами. Технология исключает возможность подделки документов о переработке или двойного учета одних и тех же отходов для получения субсидий.

Внедрение цифровых технологий в сферу утилизации отходов демонстрирует значительный потенциал для одновременного достижения экономической эффективности и экологической устойчивости. Оптимизация логистических процессов через использование систем интеллектуального маршрутизации позволяет сократить расходы на топливо для мусоровозов на 15-20%, одновременно уменьшая выбросы углекислого газа и других вредных веществ в атмосферу. Это достигается за счет точного планирования вывоза отходов только из заполненных контейнеров и построения оптимальных маршрутов с учетом дорожной ситуации.

Автоматизированные линии сортировки с применением технологий компьютерного зрения и искусственного интеллекта показывают в 2-3 раза более высокую точность разделения отходов по сравнению с ручной сортировкой. Это позволяет увеличить долю перерабатываемых материалов до 80-90% от общего объема отходов, значительно сокращая количество мусора, направляемого на захоронение. Кроме

того, автоматизация снижает эксплуатационные расходы предприятий за счет уменьшения потребности в рабочей силе и повышения скорости обработки сырья.

С экологической точки зрения цифровизация отрасли способствует значительному снижению антропогенной нагрузки на окружающую среду. По оценкам экспертов, интеллектуальные системы управления отходами могут сократить выбросы парниковых газов на 25-30% за счет оптимизации всех этапов – от сбора до переработки [1].

Успешные примеры внедрения описанных технологий уже можно наблюдать в некоторых странах. Так, в Сингапуре система умных контейнеров с RFID-метками позволила на 35% увеличить эффективность сбора отходов. В Германии цифровые платформы по обмену вторичным сырьем соединяют более 10 тысяч предприятий, создавая устойчивую экосистему переработки [1]. Подобные примеры показывают, что цифровая трансформация отрасли утилизации отходов создает синергию между экономическими интересами бизнеса и экологическими требованиями современного мира.

Однако современная отрасль переработки отходов, несмотря на активное развитие, продолжает сталкиваться с комплексом взаимосвязанных проблем, замедляющих ее цифровую трансформацию. Одной из наиболее существенных трудностей остается разрозненность данных между различными участниками процесса – от коммунальных служб до перерабатывающих предприятий. Отсутствие единых стандартов учета и форматов передачи информации создает «информационные разрывы», что значительно усложняет анализ потоков отходов и принятие управленческих решений [2].

Инфраструктурные ограничения представляют собой еще один серьезный барьер. Во многих регионах отсутствуют базовые

элементы цифровизации, такие как системы автоматического мониторинга заполнения контейнеров, датчики контроля параметров переработки или платформы для управления цепочками поставок вторичного сырья. Это приводит к неэффективному использованию ресурсов, когда, например, мусоровозы выезжают по заранее установленному графику независимо от реальной наполненности баков, а предприятия переработки работают с неоптимальной загрузкой [2].

Финансовые аспекты также остаются проблемной зоной. Для многих предприятий, особенно небольших и региональных, такие затраты оказываются неподъемными без государственной поддержки или частных инвестиций. Кадровый дефицит специалистов, способных работать с современными цифровыми системами управления отходами, усугубляет ситуацию. Отрасль испытывает острую потребность как в технических экспертах, так и в аналитиках данных, которые могли бы интерпретировать информацию, собираемую цифровыми системами, и использовать ее для оптимизации процессов [2].

Несмотря на эти вызовы, перспективы цифровизации отрасли остаются значительными. Развитие облачных технологий и появление более доступных IoT-решений постепенно снижают порог входа для предприятий. Формирование экосистемы данных через создание единых цифровых платформ может стать ключом к преодолению существующих барьеров и ускорению перехода к интеллектуальной системе управления отходами.

В заключении отметим, в будущем дальнейшая интеграция цифровых решений будет способствовать переходу к экономике замкнутого цикла, где отходы превращаются в ценные ресурсы, а воздействие на окружающую среду сводится к минимуму.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кропотин Д.Д., Позняк Т.А. Использование цифровых технологий для оптимизации процесса получения энергии из отходов // 59-я Научная Конференция Аспирантов, Магистрантов и Студентов БГУИР: материалы конференции. – Минск, 2023. – С. 254-256.
2. Полуэктов Т. Ю. Отрасль переработки отходов и актуальные тенденции цифровизации // Московский экономический журнал. – 2023. – № 4. – С. 363-370.

3. Система управления экологической безопасностью: сборник трудов XVIII международной научно-практической конференции, Екатеринбург, 23-24 мая 2024 г. – Екатеринбург: Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, 2024. 331 с.
4. *Фадеев Р.Н.* Цифровые технологии в процессе управления отходами // Наука, технологии, общество: экологический инжиниринг в интересах устойчивого развития территорий: сборник научных трудов III Всероссийской научной конференции с международным участием, Красноярск, 16-18 ноября 2022 г. – Красноярск: Общественное учреждение «Красноярский краевой Дом науки и техники Российского союза научных и инженерных общественных объединений», 2022. – С. 571-575.

ANALYSIS OF THE USE OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN THE WASTE DISPOSAL PROCESS

CHERNYSHEVA Anna Vladimirovna

Candidate of Sciences in Philosophy, Associate Professor

KOVALEVSKAYA Sofya Alekseevna

Student

Bauman Moscow State Technical University

Moscow, Russia

In the modern world, information technology is increasingly penetrating into people's daily lives, changing the way they work, having a profound impact on lifestyle and opening up new opportunities for scientific knowledge. This article examines the impact of digital technologies on the efficiency of waste disposal. Special attention is paid to modern technologies that transform the processes of waste collection, sorting and recycling.

Keywords: digital technologies, waste disposal, Internet of things, artificial intelligence, closed-loop economy.