

УДК 330.47

DOI: 10.17586/2310-1172-2021-14-4-131-141

Научная статья

Совершенствования статистического обеспечения деятельности по управлению твердыми коммунальными отходами с использованием процессов цифровизации

Колесников Р.В. roman_kolesnikov@hotmail.com

*Высшая школа технологии и энергетики, Санкт-Петербургский государственный университет
промышленных технологий и дизайна
198095, Россия, Санкт-Петербург, ул. Ивана Черных, д. 4*

Статистическое обеспечение деятельности организаций в области управления твердыми коммунальными отходами достоверными, достаточными и актуальными данными является важнейшим фактором принятия своевременных и эффективных управленческих решений. Они характеризуют развитие явлений во времени и являются базисом при планировании и прогнозировании деятельности организаций, занятых в области управления отходами, и органов власти. На основе статистической информации рассчитываются отдельные показатели и индикаторы, выступающие средством оценки эффективности управления системами и государственной политики в сфере обращения с отходами, а также характеризующие степень достижения национальных целей устойчивого развития. Развитие науки и техники позволяет находить новые подходы к сбору статистических данных на основе современных информационных технологий, одним из таких подходов является цифровизация. В статье рассмотрены отдельные процессы, которые принято называть одним словом «цифровизация», дана дефиниция этих процессов и выстроена их последовательность. Проведенный анализ нормативно-правовых документов позволил определить цели и задачи цифровой трансформации в области управления отходами. Была рассмотрена существующая система сбора статистической информации, выявлены недостатки действующего подхода к сбору данных. Анализ шведского опыта в организации сбора твердых коммунальных отходов и их учета, позволил разработать концептуальную схему автоматизированного учета отходов на основе оцифрованных данных и с помощью цифровизации. Внедрение такой системы, основанной на цифровых технологиях, позволит вывести сбор статистической информации на качественно новый уровень, повысить качество и доступность данных, содействовать повышению прозрачности государственного управления и бизнеса. Собранные таким способом данные могут служить надежной основой планирования и прогнозирования в области обращения с твердыми коммунальными отходами и выступать реальными индикаторами эффективности управления.

Ключевые слова: отходы, ТКО, управление отходами, управление ТКО, статистика, сбор статистической информации, автоматизированный учет, цифровизация, цифровая трансформация, автоматизированный учет.

Digitalization as a method of improving the statistical support of municipal solid waste management

Kolesnikov R.V. roman_kolesnikov@hotmail.com

*Higher school of technology and energy, Saint-Petersburg state university
of industrial technologies and design
198095, Russia, St. Petersburg, Ivana Chernykh Str., 4*

Statistical support of the activities of organizations in the field of municipal solid waste management with reliable, sufficient, and relevant data is the most important factor in making timely and effective management decisions. They characterize the development of phenomena in time and are the basis for planning and forecasting the activities of organizations involved in waste management and authorities. Based on statistical information, individual indicators and indicators are calculated that serve as an assessment of the effectiveness of the management of systems and state policy in the field of waste management, as well as characterizing the degree of achievement of national sustainable development goals. The development of science and technology makes it possible to find new approaches to the collection of statistical data based on modern information technologies, one of such approaches is digitalization. The

article examines individual processes, which are usually called one word "digitalization", gives a definition of these processes, and builds their sequence on the way to building a digital economy. The analysis of regulatory documents made it possible to determine the goals and objectives of the digital transformation of Russia in the field of waste management. The existing system for collecting statistical information was reviewed, and the shortcomings of this approach to data collection were identified. An analysis of the Swedish experience in organizing the collection of municipal solid waste and their accounting, made it possible to develop a conceptual scheme for automated waste accounting based on digitized data and using digitalization. The introduction of such a system based on digital technologies will bring the collection of statistical information to a qualitatively new level, improve the quality and availability of data, and increase the transparency of the state and business. The data collected in this way can serve as a reliable basis for planning and forecasting in the field of municipal solid waste management and serve as real indicators of management efficiency.

Keywords: waste, MSW, waste management, MSW management, statistics, statistics collection, automated accounting, digitalization, digital transformation, automated accounting.

Введение

В современном быстро меняющемся мире возникает необходимость подготовки и принятия своевременных, обоснованных решений, базирующихся на достоверных данных. Статистическая информация является важнейшей составляющей обеспечения управленческих решений во всех сферах жизнедеятельности. Она позволяет сформировать общее понимание о количественной стороне массовых социальных, экономических, демографических, экологических и других общественных процессов. На основе такой информации можно определить сложившиеся тенденции развития тех или иных явлений, выявить особенности протекающих процессов. Статистическая информация является базисом проведения экономических исследований, изучения взаимосвязи факторов, влияющих на изучаемое явление, а также служит основой построения прогнозов развития явлений во времени.

В настоящее время сформировался глобальный тренд на внедрение цифровых технологий во все сферы деятельности человека. Предпосылками к этому послужили существенное снижение стоимости внедрения цифровых технологий, а также снижение затрат на сбор, обработку и хранение данных. Данные процессы принято называть оцифровкой, цифровизацией, цифровой трансформацией или построением цифровой экономики. Целью этих процессов является создание информационной инфраструктуры в интересах государства, бизнеса и общества. Несмотря на очевидный потенциал, данные технологии все еще не так широко применяются для сбора, агрегирования и представления в удобном виде статистической информации, в том числе о сфере обращения с ТКО, что и послужило основой проведения исследования.

Исследование терминов «оцифровка», «цифровизация», «цифровая трансформация» и «цифровая экономика»

В настоящее время, термином «цифровизация» принято называть абсолютно разные процессы, являющиеся частью цифрового развития общества. Поэтому, в первую очередь, необходимо разделить часто употребляющиеся для определения термина «цифровизация», но несущих разный смысл и относящихся к разным процессам, понятия «оцифровка», «цифровизация», «цифровая трансформация» и «цифровая экономика». Одним из наиболее удачных подходов к дифференциации этих понятий является их представление в виде пирамиды цифровой трансформации, изначально предложенной Марком Сен Гупта и дополненной автором (рис.1). [1]



Рис. 1. Пирамида цифровой трансформации

Исходя из пирамиды цифровой трансформации, выстраивается последовательность преобразований на пути к цифровой экономике, включающая в себя следующие этапы:

1. *Оцифровка* – данный термин подразумевает перевод физических объектов в привычный для использования информационными системами формат. Целью оцифровки является перевод всего вещественного в цифровой формат для осуществления операций информационными системами и облегчения доступа к оцифрованным данным. Наиболее ярким примером оцифровки является сканирование печатных изданий и преобразование их в один из форматов, используемых цифровыми системами, например, pdf.
2. Непосредственно *цифровизация* предполагает улучшение существующих бизнес-процессов с помощью цифровых технологий и на основе оцифрованных данных. Примером такого улучшения может служить производство, на котором внедрены датчики считывающие параметры работы оборудования и передающие информацию в вычислительный центр, и разработан алгоритм, который на основе получаемых данных может выявить возможный износ оборудования и сигнализировать об этом человеку, либо остановить производство в случае серьезной угрозы. Можно заключить, что цифровизация служит лишь способом улучшения текущих бизнес-процессов, но не их трансформации. Ее целями являются предотвращение возможных неблагоприятных ситуаций, повышение эффективности и снижение затрат.
3. Под *цифровой трансформацией* следует понимать реальное изменение бизнес-процессов на основе цифровизации. Примерами цифровой трансформации могут служить уход от физического контроля или выполнения бизнес-процессов на местах к удаленному мониторингу и контролю этих процессов, выполнение этих процессов на основе алгоритма. [1]
4. В последнее время все чаще под цифровой экономикой понимается исключительно ведение бизнеса в интернете, производство только цифровых товаров и услуг, но, как нам представляется, это не совсем так и является подменой изначального значения этого термина. Основываясь на пирамиде цифровой трансформации, *цифровая экономика* представляет собой такое ведение хозяйственной деятельности, результатом которой, помимо реального продукта, являются данные. [2, 3]

Подтверждением вышесказанного может служить определение цифровой экономики, данное в указе Президента РФ от 09.05.2017 № 203 – это хозяйственная деятельность, в которой ключевым фактором производства являются данные в цифровом виде, обработка больших объемов и использование результатов анализа которых по сравнению с традиционными формами хозяйствования позволяют существенно повысить эффективность различных видов производства, технологий, оборудования, хранения, продажи, доставки товаров и услуг. Можно заметить, что данное понятие определяет ключевым продуктом цифровой экономики данные в цифровом виде, которые призваны повышать эффективность, в том числе, производства, что не исключает производство физического продукта как такого в рамках цифровой экономики.

Вышеизложенное позволяет сформулировать определение термина «цифровизация» как один из современных методов управления, основанным на повсеместном внедрении цифровых технологий для оптимизации бизнес-процессов с целью повышения эффективности функционирования объекта управления.

Далее изучим цели и задачи государственной политики в области цифровой трансформации и построения цифровой экономики. Так, в Указе Президента РФ от 09.05.2017 № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы» определены следующие цели:

- развитие свободного, устойчивого и безопасного взаимодействия граждан и организаций, органов государственной власти Российской Федерации, органов местного самоуправления;
- повышение эффективности государственного управления, развитие экономики и социальной сферы;
- формирование информационного пространства с учетом потребностей граждан и общества в получении качественных и достоверных сведений;
- формирование цифровой экономики;
- развитие информационной и коммуникационной инфраструктуры Российской Федерации.

Можно заключить, что стратегическими направлениями развития России в области цифровой трансформации должны стать повсеместное внедрение передовых отечественных информационных технологий. Это позволит сформировать пул качественных и достоверных данных, которые позволят повысить прозрачность государственных институтов, доступность данных различным группам пользователей, а также станут основой формирования цифровой экономики России.

Также следует представить в этом материале основные цели и задачи развития Российской Федерации, изложенные в Указе Президента № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» (ред. от 21.07.2020):

- внедрение цифровых технологий и платформенных решений в сферах государственного управления и оказания государственных услуг, в том числе в интересах населения и субъектов малого и среднего предпринимательства, включая индивидуальных предпринимателей;
- преобразование приоритетных отраслей экономики и социальной сферы, включая здравоохранение, образование, промышленность, сельское хозяйство, строительство, городское хозяйство, транспортную и энергетическую инфраструктуру, финансовые услуги, посредством внедрения цифровых технологий и платформенных решений;
- создание цифровой платформы, ориентированной на поддержку производственной и сбытовой деятельности субъектов малого и среднего предпринимательства, включая индивидуальных предпринимателей.

Изложенные в указе цели и задачи, позволяют определить приоритетным направлением развития государства внедрение цифровых технологий в различные сферы жизни общества, с целью формирования информационной среды, которая бы обеспечивала деятельность самого государства, хозяйствующих субъектов и населения. Внедрение цифровых технологий в сферу обращения с отходами позволит получить помимо конечного продукта, которым можно считать вторичное сырье и энергию, выработанную из мусора, цифровые данные. Цифровые данные — это собранная без участия человека статистическая информация о количественных характеристиках сферы обращения с отходами, таких как уровень образования отходов, количество отходов, направленных на утилизацию по видам. Такие данные должны лечь в основу создания информационного ресурса, который бы служил источником статистической информации для всех субъектов, вовлеченных в процесс управления сферой обращения с отходами.

Тенденции цифровизации в области управления отходами в Европе

Доступные источники информации, раскрывающие тенденции цифровизации управления отходами в Германии, в основном сосредоточены на описании будущих цифровых технологий. К ним можно отнести концепции цифрового управления отходами в устойчивых городах [4], моделирование процессов для диспетчеризации и маршрутизации [5], создание прототипов интеллектуальных контейнеров [6], цифровая классификация изображений для сортировки отходов [7] и другие. Помимо намерений компаний в области цифровизации, исследуется актуальный уровень использования цифровых технологий с учетом уровня внедрения и этапов цепочки создания стоимости управления отходами (имеется в виду такие этапы, как управление клиентами, продажами, диспетчеризация, логистика, взвешивание и сортировка, переработка, утилизация).

Европейские исследователи подтверждают «растущее значение цифровизации в управлении отходами». [8] Отдельного внимания заслуживают публикации по изучению целей компаний в области цифровизации управления отходами [9].

Ожидаемыми целями цифровизации деятельности таких компаний называют повышение прозрачности процессов, повышение эффективности и улучшение качества, а также ориентация на стратегии лидерства в затратах через оптимизацию внутренних процессов. Исследователями отмечается, что ограничен выбор самих

цифровых технологий и платформ, при этом наиболее совершенные цифровые технологии (например, отслеживание заказов в реальном времени с помощью датчиков) остаются невостребованными по причине высокой стоимости.

Согласно отчету о тенденциях цифровизации в области управления отходами в европейских странах [10], «более широкое использование цифровых технологий имеет решающее значение для перевода управления отходами в Европе в сторону более устойчивого управления материалами». Согласно мнению авторов отчета, названные технологии содействуют улучшению процессов переработки отходов, облегчая использование переработанных материалов производителями, а потребителям дают возможность принимать более обоснованные решения о закупках и сортировке. Также информация, генерируемая цифровыми технологиями, позволяет оптимизировать варианты поиска отходов для переработчиков.

Если говорить об уровне цифровой трансформации, то, по мнению исследователей, большинство компаний находится в фазе инноваций. Также на рынке появляются более современные бизнес-модели, например платформы электронной торговли отходами. Отмечается тенденция расширения ассортимента программного обеспечения для работы с отходами и бизнес-аналитики в исследуемой сфере. Из отчета следует, что элементы цифровизации имеются на разных этапах процесса обращения с отходами, однако эффекты их использования неоднородны: разные технологии применяются в разных масштабах.

Данный краткий обзор тенденций позволяет заключить, что информационное обеспечение деятельности компаний в области управления отходами в Европе ориентировано на использование цифровых технологий, доказывающих свою высокую значимость. В русле этих тенденций остановимся на информационном (статистическом) обеспечении процессов управления отходами в России.

Роль статистических данных для целей управления твердыми коммунальными отходами

В узком смысле под управлением твердыми коммунальными отходами (ТКО) понимается деятельность по сбору, накоплению, транспортированию, обработке, утилизации, обезвреживанию и размещению отходов. Но такой подход к определению не охватывает все субъекты, вовлеченные в процесс управления отходами, а лишь характеризует деятельность регионального оператора по обращению с отходами и отдельных организаций, которым передается исполнение функций в сфере обращения с ТКО.

Под деятельностью по управлению твердыми коммунальными отходами следует понимать взаимодействие всех субъектов данного процесса – федеральных, региональных и муниципальных властей, российского экологического оператора, региональных операторов по обращению с ТКО, организаций, которым было передано выполнение отдельных функций обращения с ТКО, населения и общественных организаций, научно-исследовательских и образовательных учреждений с целью снижения их влияния на здоровье человека и состояние окружающей среды.

В своем исследовании «О роли в статистике и управлении», Карманов М.В. и Кузнецов В.И. приходят к выводу, что статистические данные являются одним из важнейших источников информации о развитии различных явлений и процессов, протекающих в стране, являются инструментом принятия управленческих решений и заключают, что статистике в России уделяется не достаточное внимание. [11] Сказанное выше, как нельзя лучше относится к сфере обращения с твердыми коммунальными отходами. Объективные и своевременные статистические данные необходимы как для планирования и прогнозирования деятельности в области обращения с ТКО и выработки стратегических управленческих решений на основе такой информации, так и для осуществления оперативного управления данной сферой.

Так, федеральные органы власти на основе статистической информации могут определять формирующиеся тенденции развития сферы обращения с ТКО и проводить корректировку государственной политики по управлению отходами. Такие данные служат основой для расчета контрольных показателей достижения национальных целей и задач в сфере обращения с ТКО, и разработке на их основе управленческих решений по достижению этих целей. Для региональной власти эти данные выступают индикаторами для осуществления контроля деятельности выбранного оператора по обращению с ТКО. Муниципальным образованиям они могут служить источником информации для обоснования необходимости организации дополнительных или новых мест для сбора и накопления ТКО.

Для российского экологического оператора и регионального оператора по обращению с твердыми коммунальными отходами статистические данные являются источником информации для оценки эффективности и контроля деятельности организаций, на которые были возложены отдельные функции в сфере обращения с ТКО, и принятие управленческих решений о продолжении работы с организацией, либо о необходимости ее замены. На основе статистических данных возможно сформировать представление об объеме образующихся в регионе отходов и возможной необходимости поиска дополнительных организаций для исполнения возложенных функций.

Для организаций, исполняющих отдельные функции в сфере обращения с ТКО, статистические данные служат неотъемлемой частью планирования деятельности, они ложатся в основу обоснования управленческих решений о необходимости расширения существующих мощностей по обработке ТКО, закупке нового оборудования и подвижного состава, задействованного в вывозе отходов. Статистическая информация дает представление о пространственном образовании отходов. Сравнение полученных данных о количестве вывезенных отходов с той или иной территории с нормативными значениями образования ТКО на данной территории позволяют выявлять размер выброса несанкционированных объемов отходов. На основе данных о пространственном образовании отходов принимаются решения о корректировке маршрутов мусоровозов и необходимости снижения или уменьшения их количества на линии.

На основе статистической информации потребители вторичного сырья и материалов формируют представление о количестве потенциально пригодных для переработки ресурсов, получаемых в процессе обработки ТКО. Такая информация позволяет осуществлять планирование деятельности переработчиков вторичного сырья, принимать решения о размещении новых производств, расширении мощностей и закупке оборудования. Также, статистические данные позволяют населению и различным организациям осуществлять общественный контроль сферы обращения с ТКО.

Таким образом, статистическая информация, иллюстрирующая все этапы возникновения и функционирования ТКО на региональном уровне, создает основу для формирования информационной среды, обеспечивающей принятие управленческих решений субъектами данной сферы.

Обоснование необходимости совершенствования системы учета отходов

Отходы являются источником накопленного экологического вреда, оказывающим негативное воздействие на здоровье человека и окружающую среду, что обуславливает необходимость эффективного управления ими с целью снижения нагрузки на экосистемы. О необходимости выстраивания эффективной системы управления и учета отходов говорится в резолюции ООН в области устойчивого развития «План по достижению лучшего и более устойчивого будущего для всех людей и всего мира к 2030 году» в котором отмечена роль отходов как источника негативного воздействия требующего особого внимания на национальном уровне. [12]

Для измерения достижения целей устойчивого развития в области обращения с отходами, статистической комиссией ООН в 2017 году был разработан набор индикаторов, измеряющих успешность проводимых мероприятий на национальном и глобальном уровнях. Комиссией был разработан 231 индикатор, 2 из которых напрямую относятся к сфере управления твердыми коммунальными отходами (ТКО) – уровень удаления и уровень переработки отходов. [13] Для расчета этих показателей требуются достоверные данные об уровне образования, сбора и утилизации отходов, ведь только они могут дать реальную оценку успешности мероприятий, проводимых государством.

Россия, как полноправный член ООН и один из подписантов данной резолюции, внедрила глобальные цели устойчивого развития в национальное законодательство и разработала собственную систему индикаторов, именуемую национальным набором показателей целей устойчивого развития (ЦУР). В области обращения с ТКО Указом Президента РФ от 07.05.2018 № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» (ред. от 21.07.2020) были приняты следующие индикаторы достижения целей устойчивого развития:

- доля ТКО, направленных на утилизацию, в общем объеме образованных ТКО;
- доля ТКО, направленных на обработку, в общем объеме образования ТКО.

Для расчета обоих показателей необходимо располагать данными о количестве образующихся отходов, вести учет извлеченных из отходов для вторичного использования сырья и материалов, а также знать количество отходов, отправляющихся на дальнейшее обезвреживание и захоронение. Вновь возникает необходимость статистического обеспечения такой деятельности, предоставления данных, отражающих реальные показатели сферы обращения с отходами. Рассмотренные выше показатели и индикаторы служат лакмусовой бумажкой успешности национальной политики по достижению целей устойчивого развития и характеризуют эффективность управления сферой обращения с отходами.

На сегодняшний день правила коммерческого учета объемов твердых коммунальных отходов регулируются Постановлением Правительства РФ от 03.06.2016 № 505 «Об утверждении Правил коммерческого учета объема и (или) массы твердых коммунальных отходов» (ред. от 15.09.2018). С целью организации такого учета службой государственной статистики были разработаны две формы статистической отчетности:

- №2-ТП (отходы) «Сведения об образовании, обработке, утилизации, обезвреживании, размещении отходов производства и потребления» – форма федерального статистического наблюдения для

организации систематизированного учета физических объемов образования ТКО (введена в действие Приказом Росстата от 09.10.2020 № 627);

- №1-КХ (коммунальное хозяйство) – преимущественно используется органами местного самоуправления и юридическими лицами для отчета о благоустройстве территорий, во втором разделе статистической формы указывается объем вывезенных отходов, в том числе на обработку, обезвреживание и размещение (введена в действие Приказом Росстата от 15.07.2020 № 383).

Развитие технологий делает физические формы отчетности устаревшим методом статистического учета, требующего дополнительных трудозатрат на организацию деятельности по учету объемов образования отходов, непосредственному заполнению форм и предоставлению их в контролирующий орган. К недостаткам такой формы отчетности также можно отнести ошибки в заполнении форм и предоставление недостоверных данных.

Помимо этого, выстраивается сложная цепочка лиц и ведомств, задействованных в сборе такой статистической информации. Организация, ответственная за заполнение и представление формы, обязана предоставить ее в территориальный орган Росприроднадзора, который, в свою очередь, должен предать в федеральный центр Росприроднадзора отдельные сведения этой формы, которые в итоге должны быть переданы в федеральную службу статистики. [14]

Такая сложная схема физической передачи данных порождает вероятность допущения ошибки на каждом из этапов ввиду отсутствия сквозного контроля поступающих данных. Формирование отчетности происходит на ежегодной основе, что делает невозможным получение оперативной информации о ситуации в области обращения с отходами и принятии управленческих решений, направленных на корректировку текущей деятельности региональных органов власти, региональных операторов по обращению с ТКО и других лиц и организаций, задействованных в процессе обращения с отходами.

Также к недостаткам такой системы организации сбора данных следует отнести недоступность большей части данных для пользователей статистической информации, а также публикацию таких данных с большим запозданием. Что противоречит принципу открытости и доступности данных, заложенных в глобальную стратегию по достижению целей устойчивого развития, а также противоречит целям развития информационного общества в Российской Федерации, национальным целям и стратегическим задачам развития Российской Федерации, описанным выше.

Проблема наличия репрезентативных статистических данных по обращению с ТКО, в особенности на региональном уровне, стоит довольно остро, основными источниками информации на сегодняшний день служат:

- данные Росстата, публикующего агрегированную информацию об уровне образования, использования, обезвреживания, размещения и утилизации отходов производства и потребления в РФ, в том числе в разрезе видов экономической деятельности;
- государственные доклады о состоянии и об охране окружающей среды, публикуемые Минприроды РФ, характеризующие основные показатели реализации федерального проекта «Комплексная система обращения с твердыми коммунальными отходами»;
- на региональном уровне, например, в Санкт-Петербурге таким источником статистических данных могут служить доклады об экологической ситуации в Санкт-Петербурге, публикуемые комитетом по природопользованию, содержащие основные данные о сфере обращения с отходами региона. [15-17]

Публикуемые Росстатом данные не обладают достаточной полнотой и не имеют представления в региональном разрезе, что затрудняет оценку уровня образования отходов, планирование и прогнозирование деятельности в области обращения с отходами и не могут служить источником данных для оценки эффективности управления отходами на региональном уровне. Тоже можно сказать и о докладах, публикуемых Минприроды. Региональные данные не отличаются репрезентативностью, как правило в публикацию входят основные показатели за 3 предшествующих года и не содержат информации о балансе количественных характеристик сферы обращения с отходами, а также отсутствует ряд показателей, характеризующих данную сферу, например уровни утилизации и обработки.

Таким образом, функционирующая на региональном уровне управления система учета ТКО, не отвечает современным вызовам в области обращения отходов и не способствует достижению целей государства в области устойчивого развития.

Подходы к формированию системы автоматизированного сбора данных в целях управления твердыми коммунальными отходами

Все вышесказанное актуализирует потребность к поиску новых подходов к организации учета твердых коммунальных отходов и возможности цифровизации содействуют решению данной проблемы. За основу разработки российской системы можно взять шведский опыт организации системы сбора и обращения с отходами, а также их учета. Вопреки расхожему мнению об исключительно раздельном сборе мусора в этой стране, некоторая часть образующихся отходов накапливается и собирается в смешанном виде, без какой-либо предварительной сортировки. Непосредственно сортировкой отходов занимаются на специализированных мусороперерабатывающих заводах (МПЗ). [18]

Для учета уровня образования отходов широко применяется система взвешивания автомобилей, привозящих отходы на мусороперерабатывающие заводы, которая в автоматическом режиме ведет учет отходов, поступающих на предприятие. [19, 20] К слову, такая же система стала применяться в России, за тем исключением, что учет продолжает вестись преимущественно в ручном режиме.

Наиболее продвинутая система учета, которая с недавних пор стала применяться в некоторых Шведских муниципалитетах, заключается во взвешивании каждого отдельного мусорного контейнера, что позволяет лучше понимать пространственное образование отходов, количество вывозимых контейнеров и частоту вывоза. [21] Такая система качественно лучше описанной ранее, но требует намного больших затрат на внедрение.

Автоматизированную систему сбора данных в сфере обращения с ТКО можно представить следующим рисунком (рис.2).



Рис. 2. Автоматизированная система сбора данных о ТКО

Содержание предлагаемой системы автоматизированного сбора данных о сфере обращения с твердыми коммунальными отходами характеризуется следующим:

1. Оцифрованные данные со всех мусороперерабатывающих заводов страны (региона) посредством цифровых технологий передачи данных в автоматическом режиме поступают в федеральный центр обработки данных.
2. В федеральном центре обработки данных, отдельные оцифрованные данные агрегируются на основе информации о пространственном образовании отходов и времени их образования.

3. Агрегированные данные в оперативном режиме, исходя из вычислительных возможностей центра обработки данных, публикуются на едином государственном портале по обращению с отходами.

Организация процесса сбора такой информации на уровне отдельного мусороперерабатывающего завода должна быть организована по следующему алгоритму:

1. Мусоровоз при въезде на МПЗ проходит автоматическую идентификацию по номеру автомобиля, что позволяет найти в системе маршрут его следования и определить откуда поступают отходы. В этот же момент автомобиль стоит на весах и проходит процедуру взвешивания для определения веса машины, заполненной отходами.
2. После этого автомобиль направляется в зону разгрузки для опорожнения кузова и передачи отходов на сортировочную линию.
3. После разгрузки автомобиль вновь прибывает на КПП, проходит повторную идентификацию и взвешивание, для определения веса порожней машины. Вычисленная разница между массой полного и массой порожнего автомобилей в виде оцифрованных данных направляется в автоматическом режиме в федеральный центр обработки данных для последующей их агрегации с целью учета массы образующихся отходов.
4. В процессе сортировки отходов образуются полезные сырье и материалы, пригодные для вторичного использования, переработки или выработки энергии.
5. Для учета уровня образования вторсырья, автомобили, въезжающие на территорию МПЗ с целью вывоза сортированных отходов, проходят аналогичную процедуру идентификации и взвешивания. Вычисленный результат, также, направляется в федеральный центр обработки данных для формирования информации о количестве отходов, направленных на утилизацию в целом и по отдельным его видам.

Под цифровизацией в данном случае стоит понимать тот инструментарий, который позволяет автоматически взвешивать автомобили, попадающие на мусороперерабатывающие заводы, и отправлять оцифрованные данные о весе заполненного и порожнего автомобилей в вычислительный центр. А цифровой трансформацией стоит считать изменение процесса сбора статистических данных о сфере обращения с ТКО в целях совершенствования системы управления и взаимодействия субъектов, вовлеченных в процесс обращения с отходами.

Собранные таким образом данные позволяют определить общий объем образования ТКО по стране в целом и в разрезе регионов, муниципалитетов, отдельных районов и т.д., что формирует понимание о пространственном образовании отходов. Также собираются данные о количестве извлеченных из ТКО различных видов вторичных сырья и материалов, направленных на утилизацию и об остатке не пригодном для вторичной переработки.

На основе этих данных определяются различные показатели, характеризующие сферу обращения с отходами, к которым относятся доля утилизированных отходов, их морфологический состав, доля отходов, направленных на обезвреживание и захоронение и другие показатели, необходимые для принятия стратегических и оперативных управленческих решений субъектами, вовлеченными в процесс обращения с отходами. Как видно из предложенной схемы, это довольно простой и действенный способ по автоматизации учета образующихся отходов, в особенности на региональном уровне, а в силу развитости данного рынка и наличия множества комплексных решений, не требующего больших инвестиций в его организацию.

Заключение

Проведенное исследование и сформированные на его основе предложения по совершенствованию учета образующихся ТКО на основе цифровизации, позволят создать открытую и независимую базу данных, отражающую реальный уровень образования отходов и характеризующую достижение национальных целей в области устойчивого развития. Предлагаемая система способна предоставить независимый источник данных для всех заинтересованных пользователей цифровой информации. Основными результатами внедрения такой системы можно назвать:

- уход от многоступенчатой бумажной системы формирования статистической информации;
- определение реально образующихся объемов отходов, основанных на независимо собранных в автоматическом режиме данных;
- формировании открытой базы данных в сфере управления отходами на территории России;
- автоматический учет количества отходов, направленных на утилизацию и обезвреживание;
- формирование представления о фактическом морфологическом составе образующихся ТКО;
- расчет нормативов образования отходов, основанных на реальных данных;

- автоматический расчет показателей, характеризующих достижение целей национальных проектов в области экологии и устойчивого развития;
- наличие реальных, независимо собранных, статистических данных необходимых для принятия обоснованных управленческих решений субъектами, вовлеченными в процесс обращения с отходами.

Литература

1. *Mark Sen Gupta*, What is Digitization, Digitalization, and Digital Transformation? [Электронный ресурс] URL: <https://www.arcweb.com/blog/what-digitization-digitalization-digital-transformation> (дата обращения: 26.09.2021)
2. *Usman W. Chohan*, Some Precepts of the Digital Economy. Productivity, Innovation & Technology eJournal. [Электронный ресурс] URL: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3512353 (дата обращения: 27.09.2021)
3. Deloitte, "What is digital economy? Unicorns, transformation and the internet of things", 2020. [Электронный ресурс] URL: <https://www2.deloitte.com/mt/en/pages/technology/articles/mt-what-is-digital-economy.html> (дата обращения: 27.09.2021)
4. *Esmailian, B, Wang, B, Lewis, K, et al.* (2018) The future of waste management in smart and sustainable cities: A review and concept paper. *Waste Management* 81: 177–195.
5. *Shah, PJ, Anagnostopoulos, T, Zaslavsky, A, et al.* (2018) A stochastic optimization framework for planning of waste collection and value recovery operations in smart and sustainable cities. *Waste Management* 78: 104–114.
6. *Rovetta, A, Xiumin, F, Vicentini, F, et al.* (2009) Early detection and evaluation of waste through sensorized containers for a collection monitoring application. *Waste Management* 29: 2939–2949.
7. *Wagland, ST, Veltre, F, Longhurst, PJ* (2012) Development of an image-based analysis method to determine the physical composition of a mixed waste material. *Waste Management* 32: 245–248.
8. *Borchard R, Zeiss R, Recker J* (2021) Digitalization of waste management: Insights from German private and public waste management firms. *Waste Management & Research: The Journal for a Sustainable Circular Economy* 1-18. <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/0734242X211029173>
9. *Berg H, Sebestyén J, Bendix P, Blevennec K, Eionet K V.* Report ETC/WMGE 2020/4 September 2020 Digital waste management. [Электронный ресурс] URL: <http://europa.eu>.
10. European Environment Agency. Digital technologies will deliver more efficient waste management in Europe. Briefing № 26/2020. [Электронный ресурс] URL: <https://www.eea.europa.eu/themes/waste/waste-management/digital-technologies-will-deliver-more>
11. *Карманов М.В.* О роли статистики в управлении / М. В. Карманов, В. И. Кузнецов // Корпоративное управление и инновационное развитие экономики Севера: Вестник Научно-исследовательского центра корпоративного права, управления и венчурного инвестирования Сыктывкарского государственного университета. – 2015. – № 1. – С. 155-161.
12. United Nations, Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development, 2015. [Электронный ресурс] URL: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3512353 (дата обращения: 28.09.2021)
13. United Nations, Work of the Statistical Commission pertaining to the 2030 Agenda for Sustainable Development, 2017. [Электронный ресурс] URL: https://ggim.un.org/documents/a_res_71_313.pdf (дата обращения: 28.09.2021)
14. Приказ Росстата от 09.10.2020 № 627 «Об утверждении формы федерального статистического наблюдения с указаниями по ее заполнению для организации Федеральной службой по надзору в сфере природопользования федерального статистического наблюдения».
15. Сайт Федеральной службы государственной статистики. [Электронный ресурс] URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/11194> (дата обращения: 29.09.2021)
16. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2019 году. Государственный доклад. — М.: Минприроды России; МГУ имени М.В.Ломоносова, 2020.
17. Доклад об экологической ситуации в Санкт-Петербурге в 2020 году/ Под редакцией Д.С. Беляева, И.А. Серебрицкого – Ижевск.: ООО «ПРИНТ», 2021.
18. Отчет об управлении отходами в Швеции. [Электронный ресурс] URL: http://rsbor-msk.ru/wp-content/uploads/2017/01/Avfallshantering_2017_eng_low.pdf (дата обращения: 29.09.2021)
19. Сайт шведской ассоциации по управлению отходами [Электронный ресурс] URL: <https://www.avfallsverige.se/in-english/> (дата обращения: 29.09.2021)
20. Сайт компании Ваукон [Электронный ресурс] URL: <https://www.baykon.com/en/product-detail/automatic-truck-scale-system> (дата обращения: 29.09.2021)

21. Сайт компании Botek [Электронный ресурс] URL: <https://www.botek.se/en/insights/weighing-for-statistics/> (дата обращения: 30.09.2021)

References

1. Mark Sen Gupta, «What is Digitization, Digitalization, and Digital Transformation?» [Electronic resource] URL: <https://www.arcweb.com/blog/what-digitization-digitalization-digital-transformation> (date accessed: 26.09.2021)
2. Usman W. Chohan, Some Precepts of the Digital Economy. Productivity, Innovation & Technology eJournal. [Electronic resource] URL: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3512353 (date accessed: 27.09.2021)
3. Deloitte, What is digital economy? Unicorns, transformation and the internet of things, 2020. [Electronic resource] URL: <https://www2.deloitte.com/mt/en/pages/technology/articles/mt-what-is-digital-economy.html> (date accessed: 27.09.2021)
4. Esmaeilian, B, Wang, B, Lewis, K, et al. (2018) The future of waste management in smart and sustainable cities: A review and concept paper. Waste Management 81: 177–195.
5. Shah, PJ, Anagnostopoulos, T, Zaslaysky, A, et al. (2018) A stochastic optimization framework for planning of waste collection and value recovery operations in smart and sustainable cities. Waste Management 78: 104–114.
6. Rovetta, A, Xiumin, F, Vicentini, F, et al. (2009) Early detection and evaluation of waste through sensorized containers for a collection monitoring application. Waste Management 29: 2939–2949.
7. Wagland, ST, Veltre, F, Longhurst, PJ (2012) Development of an image-based analysis method to determine the physical composition of a mixed waste material. Waste Management 32: 245–248.
8. Borchard R, Zeiss R, Recker J (2021) Digitalization of waste management: Insights from German private and public waste management firms. Waste Management & Research: The Journal for a Sustainable Circular Economy 1-18. <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/0734242X211029173>
9. Berg H, Sebestyén J, Bendix P, Blevenec K, Eionet K V. Report ETC/WMGE 2020/4 September 2020 Digital waste management. [Electronic resource] URL: <http://europa.eu>. (date accessed: 29.09.2021)
10. European Environment Agency. Digital technologies will deliver more efficient waste management in Europe. Briefing № 26/2020. [Electronic resource] URL: <https://www.eea.europa.eu/themes/waste/waste-management/digital-technologies-will-deliver-more> (date accessed: 29.09.2021)
11. Karmanov, M. V. On the role of statistics in management / M. V. Karmanov, V. I. Kuznetsov // Corporate governance and innovative development of the economy of the North: Bulletin of the Research Center of Corporate Law, Management and Venture Investment of Syktyvkar State University ... - 2015. - No. 1. - p. 155-161.
12. United Nations, Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development, 2015 [Electronic resource] URL: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3512353 (date accessed: 29.09.2021)
13. United Nations, Work of the Statistical Commission pertaining to the 2030 Agenda for Sustainable Development, 2017. [Electronic resource] URL: https://ggim.un.org/documents/a_res_71_313.pdf (date accessed: 28.09.2021)
14. Rosstat order from 09.10.2020 № 627 «On approval of the federal statistical observation form with instructions for filling it out for the organization by the Federal Service for Supervision of Natural Resources Federal Statistical Observation»
15. Federal State Statistics Service website. [Electronic resource] URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/11194> (date accessed: 29.09.2021)
16. On the state and protection of the environment of the Russian Federation in 2019. State report. - M.: Ministry of Natural Resources of Russia; Lomonosov Moscow State University, 2020.
17. Report on the environmental situation in St. Petersburg in 2020 / Edited by D.S. Belyaeva, I.A. Serebriy - Izhevsk.: PRINT LLC, 2021.
18. Report on waste management in Sweden. [Electronic resource] URL: http://rsbor-msk.ru/wp-content/uploads/2017/01/Avfallshantering_2017_eng_low.pdf (date accessed: 29.09.2021)
19. Swedish Waste Management Association website. [Electronic resource] URL: <https://www.avfallsverige.se/in-english/> (date accessed: 29.09.2021)
20. Baykon company website. [Electronic resource] URL: <https://www.baykon.com/en/product-detail/automatic-truck-scale-system> (date accessed: 29.09.2021)
21. Botek company website. [Electronic resource] URL: <https://www.botek.se/en/insights/weighing-for-statistics/> (date accessed: 30.09.2021)