

<https://doi.org/10.21869/2223-1536-2024-14-1-114-129>



УДК 004.421.2

Модель информационного обеспечения регионального оператора по обращению с твердыми коммунальными отходами

Д. В. Александров¹, А. А. Гуламов¹

¹ Юго-Западный государственный университет

ул. 50 лет Октября, д. 94, г. Курск 305040, Российская Федерация

✉ e-mail: di46ma@mail.ru

Резюме

Целью исследования является составление современной модели информационного обеспечения регионального оператора по обращению с твердыми коммунальными отходами и анализа требований, предъявляемых для этой системы.

Методы исследования основаны на различных публикациях докладов экологических операторов публично-правовой компании «Российский экологический оператор» (ППК РЕО), на законодательной документации, исследованиях и программных решениях (СТЕК ЖКХ, подсистема «Сирена ЖКХ», Электронная торговая площадка РЭО) в плане автоматизации вывоза отходов.

Результаты. Построена современная информационная модель обмена данных в сети регионального оператора по обращению с ТКО, которая соответствует нуждам в отрасли. В исследование выведены исходя из законодательства рекомендации по работе и функционированию отделов. Представлены готовые решения по автоматизации работы регионального оператора по вывозу твердых коммунальных отходов. Разработан алгоритм функционирования системы для отправки данных о количестве поступающих на полигон твердых коммунальных отходов (ТКО) согласно новым требованиям по автоматическому мониторингу принятых на полигон отходов.

Заключение. Реализация современного уровня информационного обеспечения регионального оператора по обращению с твердыми коммунальными отходами является актуальной не только с точки зрения экологии, формирования комплексного эффективного подхода обращения с отходами, но и информационной безопасности. Организация работы регионального оператора по обращению с твердыми коммунальными отходами является процессом, который нуждается в современной информационной поддержке. Для осуществления процесса построения грамотной логистики используются инфокоммуникационные комплекты и системы передачи данных для отслеживания машин, осуществляющих транспортирование отходов. Используется программное обеспечение для контроля уровня загруженности машин, общего количества вывезенного мусора, расхода топлива, проведения анализа загруженности и состояния полигонов с твердыми коммунальными отходами, процессов разделения и переработки отходов.

Ключевые слова: инфокоммуникационная сеть; обработка данных; региональный оператор; персональные данные; информационная модель.

Конфликт интересов: Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Для цитирования: Александров Д. В., Гуламов А. А. Модель информационного обеспечения регионального оператора по обращению с твердыми коммунальными отходами // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2024. Т. 14, № 1. С.114–129. <https://doi.org/10.21869/2223-1536-2024-14-1-114-129>.

Поступила в редакцию 14.01.2024

Подписана в печать 12.02.2024

Опубликована 29.03.2024

Model of Information Support for a Regional Operator for the Management of Municipal Solid Waste

Dmitry V. Aleksandrov¹ ✉, Alisher A. Gulamov¹

¹ Southwest State University
50 Let Oktyabrya Str. 94, Kursk 305040, Russian Federation

✉ e-mail: di46ma@mail.ru

Abstract

The purpose of the research is to compile a modern model of information support for a regional operator for the management of municipal solid waste and analyze the requirements for this system.

Methods are based on various publications of reports by environmental operators, the public law company "Russian Ecological Operator" (PPK REO), on legislative documentation, research and software solutions (STEC Housing and Public Utilities, Sirena Housing and Public Utilities, Electronic Trading Platform REO) in terms of automation of waste removal.

Results. A modern information model for data exchange in the network of a regional operator for the management of solid waste has been built, which meets the needs of the industry. Based on the legislation, the study included recommendations for the work and functioning of departments. Ready-made solutions for automating the work of a regional operator for the removal of municipal solid waste are presented. An algorithm has been developed for the functioning of the system to send data on the amount of municipal solid waste (MSW) arriving at the landfill in accordance with the new requirements for automatic monitoring of waste accepted at the landfill.

Conclusion. The implementation of a modern level of information support for a regional operator for the management of municipal solid waste is relevant, not only from an environmental point of view, the formation of an integrated effective approach to waste management, but also from information security. Organizing the work of a regional operator for the management of municipal solid waste is a process that requires modern information support. To carry out the process of building competent logistics, infocommunication kits and data transmission systems are used to track vehicles transporting waste. Software is used to monitor the level of vehicle load, the total amount of waste removed, fuel consumption, analyze the load and condition of landfills with solid municipal waste, waste separation and recycling processes.

Keywords: infocommunication network; data processing; regional operator; personal data; information model.

Conflict of interest: The Authors declares the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

For citation: Aleksandrov D. V., Gulamov A. A. Model of Information Support for a Regional Operator for the Management of Municipal Solid Waste. *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Upravlenie, vychislitel'naya tekhnika, informatika. Meditsinskoe priborostroenie* = *Proceedings of the Southwest State University. Series: Control, Computer Engineering, Information Science. Medical Instruments Engineering*. 2024; 14(1): 114–129. (In Russ.) <https://doi.org/10.21869/2223-1536-2024-14-1-114-129>.

Received 14.01.2024

Accepted 12.02.2024

Published 29.03.2024

Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2024; 14(1): 114–129

Введение

Региональный оператор по вывозу твердых коммунальных отходов (ТКО) представляет собой сложную разветвленную организацию, в состав которой входят административные здания для аппарата управления, площадки с оборудованием для осуществления раздельного накопления ТКО, техника для осуществления уборки, погрузки и вывоза ТКО, территория для стоянки техники и помещения с оборудованием для осуществления её регламентных и ремонтных работ, полигоны ТКО, предприятия разделения и переработки ТКО, мусорные заводы, пункты приёма вторсырья и другие вспомогательные службы [1].

Создание оптимальных условий для работы организации невозможно без эффективного информационно-аналитического обеспечения на базе современных инфокоммуникационных систем [2]. При этом региональные операторы должны в плане информационного учета и иной информационной деятельности руководствоваться Постановлением Правительства РФ от 20 мая 2022 г. № 913 [3].

В данной работе предложена информационная модель процесса информационно-аналитического обеспечения регионального оператора ТКО, отличительной особенностью которой является обеспечение активной информационной поддержки принятия решений на всех этапах работы организации [4]. Это позволит сделать многие процессы более эффективными, прозрачными и контролируемыми [5].

Материалы и методы

Реализация эффективного и современного уровня информационного обеспечения регионального оператора ТКО невозможна без анализа информационных потоков, обеспечивающих его работу [6].

На рисунке 1 представлена структурная схема информационной модели обмена данными в системе регионального оператора ТКО.

Данная модель состоит из 4 основных контуров:

1. Руководство организации.
2. Отделы организации.
3. Сервера организации.
4. Служба безопасности.

В левой части рисунка 1 представлены внешние и внутренние источники информации, в правой части – указаны основные формируемые документы.

Руководство организации регионального оператора по обращению с ТКО формирует и направляет информацию текстового и электронного характера (нормативные документы, распоряжения и т. д.) [7]. Данный вид информации необходим для организации повседневной деятельности регионального оператора по обращению с ТКО и смежных предприятий в рамках законодательства РФ и инструктивных документов федеральной структуры ППК РЕО (публично-правовая компания «Российский экологический оператор») [8].

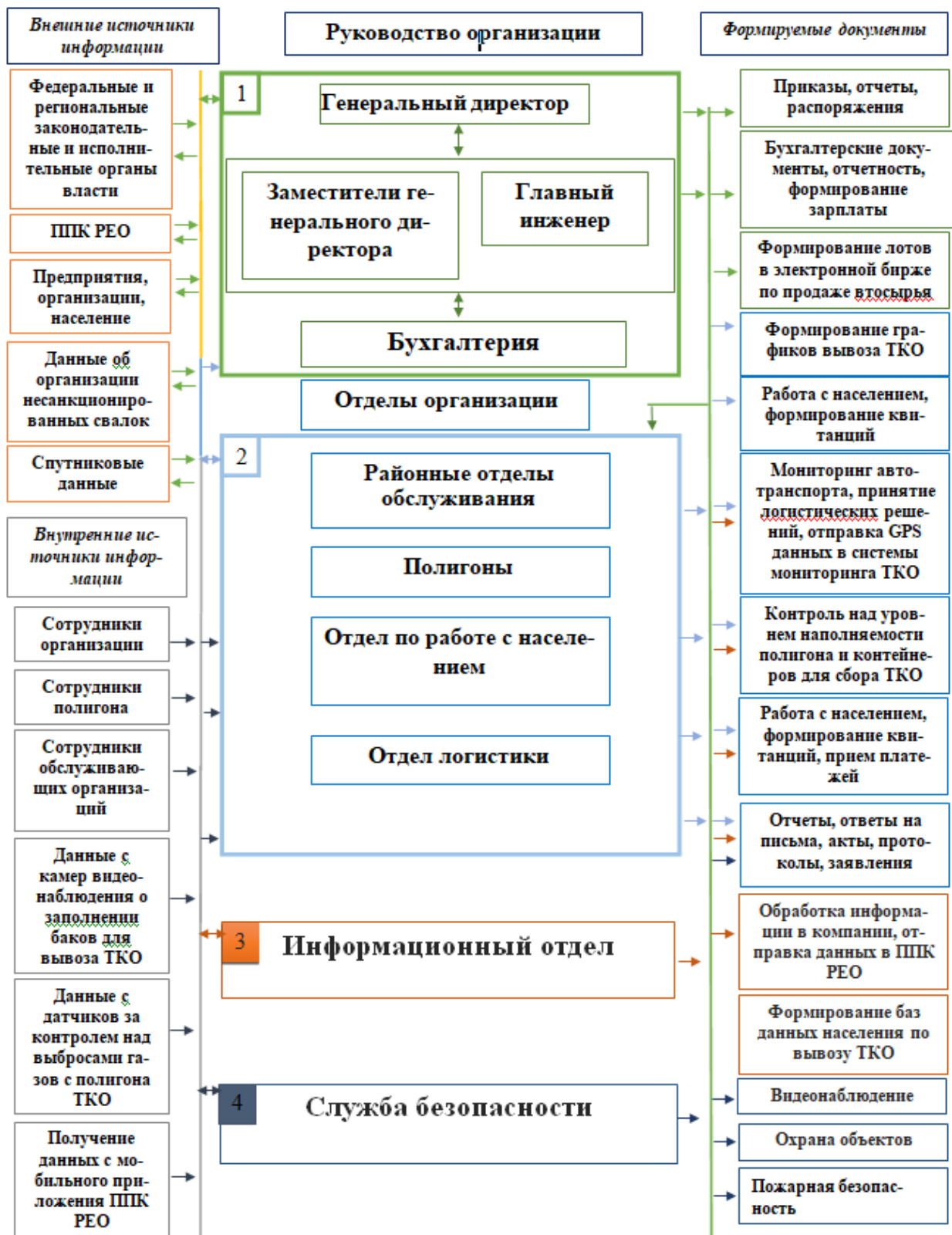


Рис. 1. Структурная схема информационной модели обмена данных в сети регионального оператора по обращению с ТКО

Fig. 1. Block diagram of the information model of data exchange in the network of a regional operator for the management of solid waste

В контур руководства организации поступает информация от федеральных, региональных законодательных органов власти, министерств и ведомств РФ, руководства ППК РЕО, письма от различных предприятий, населения, обслуживающих организаций [9]. Данная информация направлена на регулирование деятельности регионального оператора по обращению с ТКО в законодательной, налоговой, экологической и других сферах, а также деятельности по организации бесперебойной работы с соблюдением экологической безопасности при перевозке, переработке и захоронению ТКО [10]. Входные данные поступают в первую очередь к генеральному директору, а затем распространяется по всему контуру руководства организации (заместители генерального директора, главный инженер, главный бухгалтер), после чего уже поступает в виде внутренних распоряжений, приказов во все остальные контуры информационной системы организации [11].

Информация о работе регионального оператора по обращению с ТКО предоставляется в федеральные, региональные законодательные органы власти, министерства и ведомства РФ по их запросам. Текущая информация о работе регионального оператора предоставляется в ППК РЕО и на сайте организации [12].

В контур отделов организации входят: районные отделы обслуживания,

полигоны ТКО, отдел по работе с населением, отдел логистики. Все отделы организации тесно взаимодействуют друг с другом.

Районные отделы обслуживания представляют собой обособленные отделения, у которых в распоряжении имеется техника и оборудование для раздельного сбора, накопления и вывоза ТКО, пункты перегруза ТКО, а также персонал для работы с населением и организациями. Районные подразделения включены в общую защищенную телекоммуникационную сеть регионального оператора, через которую осуществляется обмен информацией о клиентах, обслуживаемых организациях, пунктах сортировки и переработки ТКО, пунктах сбора вторсырья [13].

Полигон представляет собой не только место, куда свозятся отходы, там должны быть установлены целые комплексы инфокоммуникационных устройств. В современных условиях необходимы комплексы видеонаблюдения, охранно-пожарной сигнализации, весовой, контроля наполняемости полигона, выделения газов в атмосферу для оценки экологической обстановки на полигоне и влияния на окружающую среду [14]. Все эти комплексы должны взаимодействовать между собой. На рисунке 2 представлена структурная схема алгоритма автоматизированного взаимодействия оператора по обращению с ТКО с контролирующими организациями.

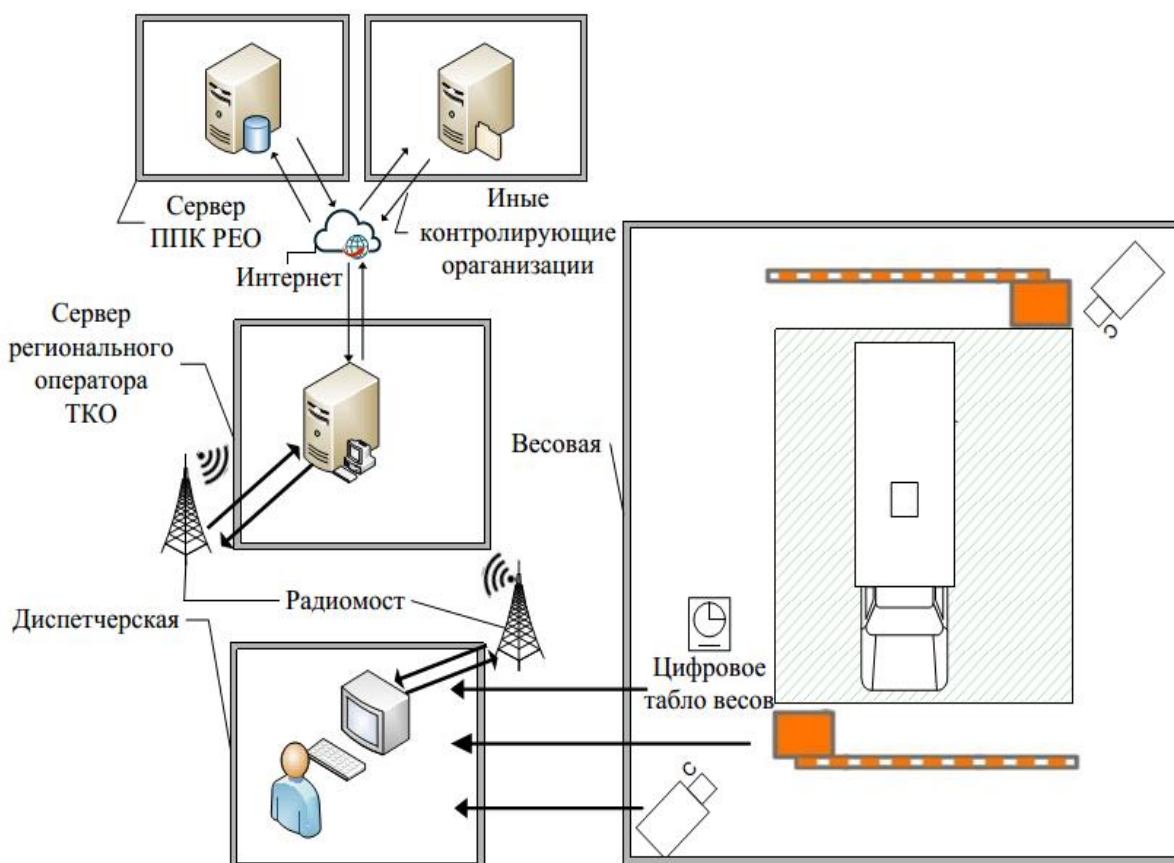


Рис. 2. Структурная схема алгоритма автоматизированного взаимодействия оператора по обращению с ТКО с контролирующими организациями

Fig. 2. Block diagram of the algorithm for automated interaction between the MSW management operator and regulatory organizations

В настоящее время информация с полигонов должна в онлайн-режиме передаваться в ППК РЕО для мониторинга количества вывезенного ТКО. Весовые должны быть оборудованы автоматическими шлагбаумами на въезде и выезде и камерами видеонаблюдения для фиксации въезжающих и выезжающих машин [15]. В помещении работника, контролирующего взвешивание машин с ТКО, должен стоять персональный компьютер (ПК) с специализированным программным обеспечением (ПО) для вывода на экран изображения с камер и результатов взвешивания машин,

обеспечен доступ в Интернет для отправки этих данных в офис регионального оператора, в ППК РЕО и по запросу в прочие контролирующие организации.

Минимальный алгоритм работы системы для отправки данных о количестве поступающих на полигон ТКО должен выглядеть следующим образом:

1. Машина подъезжает к шлагбауму, и срабатывает камера распознавания номеров.
2. Камера заносит данные номера и времени в программу для контроля машины с ТКО и активирует реле для открытия шлагбаума.

3. Машина, заехав на весы, останавливается, происходит измерение веса машины с ТКО, эти данные и данные времени заносятся в базу данных.

4. Для достоверности камера фотографирует машину с привязкой по времени на весовой и открывает шлагбаум для выезда.

5. Процедура взвешивания пустой машины, когда машина выезжает с полигона, осуществляется по такому же алгоритму.

Программа рассчитывает вес доставленных ТКО и передаёт все полученные данные в офис регионального оператора и ППК РЕО.

Так как особенность полигона заключается в том, что обычно они находятся далеко за чертой города, встает вопрос о создании устойчивой интернет- и телефонной связи. Для передачи данных эффективно использовать радиомосты с помощью телекоммуникационного оборудования, а благодаря доступу в Интернет можно использовать систему микросот для обеспечения телефонной связи на полигоне [16].

Отдел по работе с населением является одним из самых важных в организации, данный отдел выполняет ряд функций:

1. Своевременно формирует квитанции и контролирует корректность начислений оплаты за вывоз ТКО.

2. Информирует граждан и организации об изменениях в договорах.

3. Консультирует население по всем вопросам, касающимся начислений и вывоза ТКО.

4. Актуализирует базу данных по лицевым счетам и собственникам.

Отдел логистики выполняет функции по контролю за транспортными средствами, за выходом их на рейс, за техническим состоянием, подготовкой к работе, за текущими и сезонными регламентными и ремонтными работами, проведением периодического технического осмотра и т.д. Также данный отдел должен своевременно выкладывать графики вывоза ТКО, при любой внештатной ситуации доводить информацию до отдела по работе с населением для дальнейшего информирования граждан и организации по срокам вывоза ТКО [17].

Контур информационного отдела выполняет следующие функции:

1. Контроль технического состояния клиентских персональных компьютеров (ПК) и иных технических офисных устройств.

2. Контроль технического состояния системы видеонаблюдения, системы контроля доступа, системы полигонов и других систем.

3. Контроль информационных платформ и своевременное обновление сайтов и прочих информационных ресурсов компании.

4. Осуществление защиты информации в компании, мониторинг сетевого трафика.

5. Осуществление информационного обмена между компанией и

организациями, осуществление обмена с приложениями, включая мобильные.

6. Резервирование всех данных компании.

Последний контур – это служба безопасности. Данная служба выполняет функции контроля над объектами организации, контроль доступа персонала к различным уровням компании, контроль за въездом и выездом машин на полигонах, контроль за состоянием объектов посредством видеонаблюдения и систем охранно-пожарной сигнализации, установление контроля за несанкционированным складированием мусора в пределах зоны ответственности организации.

Цифровизация в отрасли на сегодняшний день идет очень активно, ППК РЕО дает рекомендации по её продвижению и выполнению в соответствии с экологической программой страны [18].

Стоит отметить, что цифровизация региональных операторов является одним из ключевых направлений развития отрасли, что, в свою очередь, требует создание новых решений в этой области.

В 2022 г. по рекомендации и наставлению ППК РЕО у регионального оператора (РО) должны быть введены в эксплуатацию программные модули, обеспечивающие поддержку деятельности компании в части обращения с отходами, а именно:

- 1) модуль обработки треков мусоровозов;
- 2) модуль получения и передачи данных по объектам инфраструктуры обращения с отходами;

3) модуль сопоставления данных региональных операторов и субъектов РФ в части выполнения показателей федерального правительства;

4) модуль работы с тарифами объектов инфраструктуры;

5) модуль работы с тарифами региональных операторов;

6) модуль приема и визуализации данных о движении мусоровозов;

7) модуль приема и визуализации телеметрических данных о наполненности контейнеров;

8) модуль приема и визуализации данных автоматизированных систем весового контроля;

9) модуль расчета массы образования ТКО по субъектам РФ.

Данные модули позволяют в автоматизированном режиме собирать и анализировать фактические данные об обращении ТКО, что позволяет повысить качество территориальных и федеральной схем, более точно оценить обоснованность установленных тарифов, а также обеспечить более точную оценку состояния отрасли обращения с отходами в целом.

Также стоит упомянуть о участии региональных операторов в деятельности по улучшению экологического состояния страны. Они учувствуют в программе «Экомониторинг», которая была запущена ППК РЕО по поручению Минприроды России от 12.08.2021 г. № 02-16/228пр. [19].

Помимо этого, региональные операторы должны в плане информационного

учета и иной информационной деятельности руководствоваться Постановлением Правительства РФ от 20 мая 2022 г. № 913 «Об утверждении Положения о федеральной государственной информационной системе учета твердых коммунальных отходов». Согласно этому постановлению, они являются поставщиками информации и обязаны размещать её в информационной системе, руководствуясь Федеральным законом «Об отходах производства и потребления», а также и иными нормативными правовыми актами [20].

Следует отметить, что региональные операторы в 2023 г. активно используют электронную торговую площадку *etp.reo.ru*, благодаря которой удается находить поставщиков и покупателей вторсырья для дальнейшей его переработки. Только за 2022 г. на площадке зарегистрировано 572 участника и размещено 210 лотов на общую сумму 428 млн руб. Участие регионального оператора на данной площадке помогает снизить объемы отправляемого на полигон вторсырья примерно в 2 раза и способствует выполнению Указа Президента Российской Федерации от 21 июля 2020 № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» в части снижения объемов отходов, направляемых на полигоны [21].

Формирование приказов, распоряжений, отчетов отделами в современных условиях существующие программные продукты позволяют делать и

обрабатывать в электронном виде, при этом передача между дальними контурами занимает минимальное время, увеличивая оперативность ответов, и позволяет снизить расходы бумаги. Одним из отличных технических решений является использование системы «Дело-WEB», которая позволяет удаленно подключиться к серверу и ответить на поручения документа, подписав его своей электронной подписью [22].

Для формирования зарплаты и ведения бухгалтерской отчетности широко используются программные продукты *1С: Зарплата и кадры* и *1С: Бухгалтерия*.

Своевременное выставление квитанций, актуализация базы данных населения, мониторинг изменения количества жильцов – все это ложится на отдел по работе с населением. Для выполнения всех этих функций оперативно необходима автоматизация данных процессов для уменьшения влияния человеческого фактора и увеличения качества обслуживания населения за счет повышения скорости его обслуживания. Комплекс для автоматизации такого рода задач должен включать в себя следующие функции:

1. Обеспечить точность начислений за услуги по сбору и утилизации ТКО.
2. Повысить коммерческий контроль по входящим платежам, материальным расходам, расчетам с поставщиками услуг.
3. Обеспечить качество обслуживания. Прием, распределение и контроль

над исполнением заявок от населения по сбору и утилизации отходов, осуществлять контроль их исполнения.

4. Обладать возможностью интеграции с внешними системами: бухгалтерия, органы соцзащиты, оператор ЭДО (цифровой документооборот с госорганами), банки, почта России, платежные системы, пункты приема платежей, эквайринг.

5. Выполнять информирование потребителей по различным каналам связи.

6. Иметь возможность выгрузки в ГИС ЖКХ данных.

7. Соответствовать Федеральному закону от 27.07.2006 г. 152-ФЗ «О персональных данных».

Оптимальным выбором будет использовать программный продукт «СТЕК ЖКХ» для решения нужд регионального оператора по вывозу ТКО.

Конечно, типовые конфигурации 1С можно использовать для отдела бухгалтерии, но они будут нуждаться в доработке по причине необходимости контроля над вывозом ТКО у юридических лиц, а также расчет всех сверхнормативов и корректные выставления счетов. Также в настоящее время многие юридические лица активно переходят на систему электронного документооборота для минимизации затрат на получение и отправку счетов и документов, а также увеличение скорости получения документов другими организациями и ведомствами. Всё это позволяет выполнять

готовый программный продукт СТЕК ЖКХ с модулем для юридических лиц.

Для решения задач, связанных с визуализацией данных о движении мусоровозов, наполняемости контейнеров, обработки треков мусоровозов, можно использовать систему «Сирена ЖКХ», которая активно используется в Курской области многими компаниями. В данной системе полученные данные сохраняются в базе данных диспетчера, что позволяет подключаться к сети, получать данные по мере надобности и затем анализировать их без необходимости подключения к серверу. Кроме того, это разрешает использовать данные, полученные диспетчерами по локальной сети и таким образом минимизировать трафик [23].

Компания также должна заботиться о сохранности персональных данных. Законные основания для обработки персональных данных:

- Конституция РФ;
- Трудовой кодекс РФ № 197-ФЗ от 30.12.2001 г.;
- приказ генерального директора организации.

Поэтому для защиты передаваемой информации, обеспечения информационной безопасности такого рода компанией используются организационно-технические комплексы защиты данных, а также серверное оборудование для резервирования и передачи данных. Сервер для защиты данных должен включать в себя:

- SSH-ключи;
- фаерволы;
- VPN;
- инфраструктуру открытых ключей (PKI);
- систему резервирования данных;
- антивирусное ПО.

Самое главное, что серверное оборудование и сеть в целом должны проходить процедуру аудита.

Результаты и их обсуждение

Разработана структурная схема информационной модели обмена данных в сети регионального оператора по обращению с ТКО, показывающая не только информационное взаимодействие внутри компании, но и с всеми внешними организациями. Создан алгоритм работы согласно новым требованиям по автоматическому мониторингу принятых на полигон отходов, позволяющий создать на полигоне приема ТКО систему, благодаря которой можно выполнять требования ППК РЕО в плане информационной передачи данных по поступившим отходам. Предложено техническое готовое решение для региональных операторов по быстрому разворачиванию и автоматизации своей деятельности.

Сформулированы требования к работе каждого отдела и их взаимодействию в современной компании по вывозу ТКО.

В статье приведены, какими минимальными функциями должны обладать программные продукты для выполнения актуальных задач регионального оператора, которые ставят не только население, но и органы власти и ППК РЕО.

В исследовании показаны условия работы организации в сфере вывоза мусора с точки зрения информационного учета отходов.

Выводы

Предложенная информационная модель информационного обмена в сети регионального оператора по вывозу ТКО может служить основой в процессе разработки варианта типовой инфокоммуникационной системы.

Анализ всех информационных потоков позволяет предложить оптимизацию варианта архитектуры и топологии инфокоммуникационной системы для типовых предприятий данного направления. В дальнейшем планируется использовать разработанные методы, модели и алгоритмы для реализации программного решения, которое позволит повысить уровень предоставляемого сервиса и протестировать их работу путем внедрения в действующие предприятия и организации региональных операторов области.

Список литературы

1. Путитнцева Н. А. Роль региональных операторов в организации раздельного накопления отходов // Петербургский экономический журнал. 2020. Т. 1, № 2. С. 101–111.

2. Буданов И. А. Состояние системы утилизации отходов и использования вторичных ресурсов в РФ // Научные труды: Институт народно-хозяйственного прогнозирования РАН. 2019. № 17. С. 119–142.
3. Гольцова И. А., Гуламов А. А. Информационное обеспечение участка железной дороги // Известия Юго-Западного государственного университета. 2017. Т. 7, № 2. С. 6–11.
4. Чекалин В. С. Обзор мер по организации управления отходами в России как фактора повышения ее энергоэффективности // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. 2018. Т. 4, № 112. С. 68–105.
5. Багдасарян В. А. Проблемы экологической безопасности в сфере утилизации бытовых и промышленных отходов в окружающую среду // Вестник экспертного совета. 2022. № 2(29). С. 74–82.
6. Марьев В. А., Смиртова Т. Г. Формирование экотехнопарков в условиях РФ // Твердые бытовые отходы. 2017. № 3. С. 21–23.
7. Титова О. В. Разработка предложений по совершенствованию утилизации и переработки бытовых отходов на примере ООО «Капталстрой» г. Липацк // Вестник Московского финансово-юридического университета МФЮА. 2022. № 2. С. 218–229.
8. Комков В. И. Системная организация обращения с отходами автотранспорта в регионах // Твердые бытовые отходы. 2022. № 1. С. 19–21.
9. Чернышин П. В. B2C-сервис «Агрегатор вывоза строительных отходов» // Reduce reuse recycle. 2020. Т. 3, № 15. С. 40–41.
10. Левакова И. В., Арустамов Э. А. Проблемы реализации программы комплексной системы обращения с твердыми коммунальными отходами // Отходы и ресурсы. 2021. Т. 8, № 1. С. 1–8.
11. Левакова И. В., Арустамов Э. А. О необходимости комплексного подхода к реализации программы утилизации отходов в год экологии РФ (на примере г. Москва) // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2017. № 3. С. 91–98.
12. Романенко И. И., Петровнина И. Н., Кондратьев К. А. Автоматизация систем сбора и переработки твердых бытовых отходов // Форум молодых ученых. 2019. Т. 29, № 1. С. 52–57.
13. Проблема раздельного сбора твердых бытовых отходов в России / В. О. Ноткина, А. И. Слободенюк, В. С. Невиницына, Ю. А. Осипкина // Студенческая наука: актуальные вопросы, достижения и инновации: сборник статей III Международной научно-практической конференции. Пенза: Наука и просвещение, 2021. С. 29–31.
14. Конарев Д. И., Гуламов А. А. Синтез архитектуры нейронной сети для распознавания образов морских судов // Известия Юго-Западного государственного университета. 2020. Т. 24, № 1. С. 100–105.

15. Конарев Д. И., Гуламов А. А. Синтез архитектуры нейронной сети для распознавания образов судов на базе технологии предварительного обучения // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2022. № 10(2). С. 1–12. <https://doi.org/10.26102/2310-6018/2022.37.2.011>.
16. Бузько И. Т. Применение цифровых радиорелейных систем в современном мире // Science and Technology Research: III Международная научно-практическая конференция. Петрозаводск: Новая наука, 2022. С. 41–47.
17. Касапов А. В., Заиченко Г. В. Утилизация и автоматизация переработки бытовых отходов // Юный ученый. 2017. № 3-1(12). С. 31–36.
18. Рубинов В. В. Оценка динамики роста отходов в Санкт-Петербурге // Системный анализ и логистика. 2020. Т. 3, № 25. С. 3–8.
19. Рубинов В. В. Использование математических моделей теории систем массового обслуживания для описания и анализа систем работы с отходами в мегаполисах // Системный анализ и логистика. 2021. Т. 4, № 34. С. 28–35.
20. Рубинов В. В., Фетисов В. А. Разработка модели оптимизации потоков ТКО на уровне маршрутов // Системный анализ и логистика. 2021. Т. 30, № 4. С. 68–75.
21. Rubinov V. V. Problems of a Modern Approach to the Technological Process of Waste Management Conference Proceedings: 2021 Wave Electronics and its Application in Information and Telecommunication Systems (WECONF) // IEEE. 2021. N 1. С. 50–53.
22. Иванцова Е. А. Проблемы и перспективы управления твердыми бытовыми отходами // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 3: Экономика. 2016. № 5. С. 109–113.
23. Юсуфова О. М., Шиболденков В. А., Андреева А. А. Анализ технологий цифровой логистики для автоматизации и сервисной интеграции складских процессов организации // Вопросы инновационной экономики. 2020. Т. 10, № 3. С. 1759–1772.

References

1. Putitntseva N. A. Rol' regional'nyh operatorov v organizacii razdel'nogo nakopleniya othodov [The role of regional operators in the organization of separate waste accumulation]. *Peterburgskij ekonomicheskij zhurnal = St. Petersburg Economic Journal*, 2020, vol. 1, no. 2, pp. 101–111.
2. Budanov I. A. Sostoyanie sistemy utilizacii othodov i ispol'zovaniya vtorichnyh resursov v RF [The state of the waste disposal system and the use of secondary resources in the Russian Federation]. *Nauchnye trudy: Institut narodno-hozyajstvennogo prognozirovaniya RAN = Scientific Papers: Institute of National Economic Forecasting of the Russian Academy of Sciences*, 2019, no. 17, pp. 119–142.
3. Goltsova I. A., Gulamov A. A. Informacionnoe obespechenie uchastka zheleznoj dorogi [Information support of the railway section]. *Izvestiya Yugo-Zapadnogo*

gosudarstvennogo universiteta = *Proceedings of the Southwest State University*, 2017, vol. 7, no. 2, pp. 6–11.

4. Chekalin V. S. Obzor mer po organizacii upravleniya othodami v Rossii kak faktora povysheniya ee energoeffektivnosti [Review of measures for waste management in Russia as a factor in improving its energy efficiency]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta = Proceedings of the St. Petersburg State University of Economics*, 2018, vol. 4, no. 112. pp. 68–105.

5. Bagdasaryan V. A. Problemy ekologicheskoy bezopasnosti v sfere utilizacii bytovyh i promyshlennykh othodov v okruzhayushchuyu sredu [Problems of environmental safety in the field of disposal of household and industrial waste into the environment]. *Vestnik ekspertnogo soveta = Bulletin of the Expert Council*, 2022, no. 2(29), pp. 74–82.

6. Maryev V. A., Smirnova T. G. Formirovanie ekotekhnoparkov v usloviyah RF [Formation of ecotechnoparks in the conditions of the Russian Federation]. *Tverdye bytovye othody = Solid Household Waste*, 2017, no. 3, pp. 21–23.

7. Titova O. V. Razrabotka predlozhenij po sovershenstvovaniyu utilizacii i pererabotki bytovyh othodov na primere OOO "Kapitalstroy" g. Lipack [Development of proposals for improving the disposal and processing of household waste on the example of Kapitalstroy LLC, Lipetsk]. *Vestnik Moskovskogo finansovo-yuridicheskogo universiteta MFYUA = Bulletin of the Moscow University of Finance and Law MFUA*, 2022, no. 2, pp. 218–229.

8. Komkov V. I. Sistemnaya organizaciya obrashcheniya s othodami avtotransporta v regionah [Systemic organization of waste management of motor vehicles in the regions]. *Tverdye bytovye othody = Solid Household Waste*, 2022, no. 1, pp. 19–21.

9. Chernyshin P. V. B2C-servis "Agregator vyvoza stroitel'nykh othodov" [B2C-service "Aggregator of construction waste removal"]. *Reduce reuse recycle*, 2020, vol. 3, no. 15, pp. 40–41.

10. Levakova I. V., Arustamov E. A. Problemy realizacii programmy kompleksnoj sistemy obrashcheniya s tverdymi kommunal'nymi othodami [Problems of implementing the program of a complex system of solid municipal waste management]. *Othody i resursy = Waste and Resources*, 2021, vol. 8, no. 1, pp. 1–8.

11. Levakova I. V., Arustamov E. A. O neobkhodimosti kompleksnogo podhoda k realizacii programmy utilizacii othodov v god ekologii RF (na primere g. Moskva) [On the need for an integrated approach to the implementation of the waste disposal program in the year of Ecology of the Russian Federation (on the example of Moscow)]. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo universiteta. Se-riya: Estestvennye nauki = Bulletin of the Moscow State Regional University. Family: Natural Sciences*, 2017, no. 3, pp. 91–98.

12. Romanenko I. I., Petrovnina I. N., Kondratiev K. A. Avtomatizaciya sistem sbora i pererabotki tverdykh bytovyh othodov [Automation of solid waste collection and processing systems]. *Forum molodykh uchenykh = Forum of Young Scientists*, 2019, vol. 29, no. 1, pp. 52–57.

13. Notkina V. O., Slobodenyuk A. I., Nevinitsyna V. S., Osipkina Yu. A. [The problem of separate collection of solid household waste in Russia]. *Studencheskaya nauka: aktual'nye voprosy, dostizheniya i innovacii. Sbornik statej III Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii* [Student science: current issues, achievements and innovations. Collection of articles of the III International Scientific and Practical Conference]. Penza, Science and Education Publ., 2021, pp. 29–31. (In Russ.)
14. Konarev D. I., Gulamov A. A. Sintez arhitektury nejronnoj seti dlya raspoznavaniya obrazov morskikh sudov [Synthesis of neural network architecture for the cognition of images of marine vessels]. *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta = Proceedings of the Southwest State University*, 2020, vol. 24, no. 1, pp. 100–105.
15. Konarev D. I., Gulamov A. A. Sintez arhitektury nejronnoj seti dlya raspoznavaniya obrazov sudov na baze tekhnologii predvaritel'nogo obucheniya [Synthesis of neural network architecture for the cognition of ship images based on pre-training technology]. *Modelirovanie, optimizaciya i informacionnye tekhnologii = Modeling, Optimization and Information Technology*, 2022, no. 10(2), pp. 1–12. <https://doi.org/10.26102/2310-6018/2022.37.2.011>.
16. Buz'ko I. T. [Application of digital radio relay systems in the modern world]. *Science and Technology Research. III Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya* [Science and Technology Research. III International Scientific and Practical Conference]. Petrozavodsk, Novaya nauka Publ., 2022, pp. 41–47. (In Russ.)
17. Kasapov A. V., Zaichenko G. V. Utilizaciya i avtomatizaciya pererabotki bytovykh othodov [Utilization and automation of recycling of household waste]. *Yunyj uchenyj = Young Scientist*, 2017, no. 3-1(12), pp. 31–36.
18. Rubinov V. V. Ocenka dinamiki rosta othodov v Sankt-Peterburge [Assessment of the dynamics of waste growth in St. Petersburg]. *Sistemnyj analiz i logistika = System Analysis and Logistics*, 2020, vol. 3, no. 25, pp. 3–8.
19. Rubinov V. V. Ispol'zovanie matematicheskikh modelej teorii sistem massovogo obsluzhivaniya dlya opisaniya i analiza sistem raboty s othodami v megapolisah [Using mathematical models of the theory of mass maintenance systems to describe and analyze waste management systems in megalopolises]. *Sistemnyj analiz i logistika = System Analysis and Logistics*, 2021, vol. 4, no. 34, pp. 28–35.
20. Rubinov V. V., Fetisov V. A. Razrabotka modeli optimizacii potokov TKO na urovne marshrutov [Development of a model for optimizing MSW flows at the route level]. *Sistemnyj analiz i logistika = System Analysis and Logistics*, 2021, vol. 30, no. 4, pp. 68–75.
21. Rubinov V. V. Problems of a Modern Approach to the Technological Process of Waste Management Conference Proceedings: 2021 Wave Electronics and its Application in Information and Telecommunication Systems (WECONF). *IEEE*, 2021, no. 1, pp. 50–53.
22. Ivantsova E. A. Problemy i perspektivy upravleniya tverdymi bytovymi othodami [Problems and prospects of solid waste management]. *Vestnik Volgogradskogo*

gosudarstvennogo universiteta. Seriya 3: Ekonomika = Bulletin of Volgograd State University. Series 3: Economics, 2016, no. 5, pp. 109–113.

23. Yusufova O. M., Shiboldenkov V. A., Andreeva A. A. Analiz tekhnologij cifrovoj logistiki dlya avtomatizacii i servisnoj integracii skladskih processov organizacii [Analysis of digital logistics technologies for automation and service integration of organization's warehouse processes]. *Voprosy innovacionnoj ekonomiki = Issues of Innovative Economics*, 2020, vol. 10, no. 3, pp. 1759–1772.

Информация об авторах / Information about the Authors

Александров Дмитрий Владимирович, аспирант, Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Российская Федерация, e-mail: di46ma@mail.ru, ORCID: 0009-0005-3456-2786

Dmitry V. Alexandrov, Post-Graduate Student, Southwest State University, Kursk, Russian Federation, e-mail: di46ma@mail.ru, ORCID: 0009-0005-3456-2786

Гуламов Алишер Абдумаликович, доктор физико-математических наук, профессор, Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Российская Федерация, e-mail: profgulamov@yandex.ru, ORCID: 0000-0001-9334-6710

Alisher A. Gulamov, Doctor of Sciences (Physics and Mathematics), Professor, Southwest State University, Kursk, Russian Federation, e-mail: profgulamov@yandex.ru, ORCID: 0000-0001-9334-6710