

УДК 004.3

О РАЗРАБОТКЕ ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА КОНТРОЛЯ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ В ЖИЛЫХ РАЙОНАХ

Соловьев А.Ю.*СТИ НИТУ МИСус, Старый Оскол, e-mail: solovyov.anton@gmail.com*

В статье приводится описание программно-аппаратного комплекса контроля бытовых отходов. В первую очередь в статье описывается проблема сортировки бытовых отходов, а также вопрос отсутствия контроля заполняемости мусорных контейнеров, что влечет за собой повышение транспортных издержек на вывоз бытовых отходов. Описывается структура аппаратно-программного комплекса, в который входит оригинальный мусорный контейнер с установленными датчиками веса и объема и модулями GSM и RFID, а также информационная система. Предлагаемая система позволит контролировать состояние мусорных контейнеров, а также отслеживать выброс отходов тем или иным жителем жилого района. Дается описание информационной системы, выполненной в виде web-приложения, и всех процессов, которые она отслеживает, в частности выброс отходов жителями. Предлагаемый к разработке комплекс позволит решать ряд важных задач, а именно: косвенно пропагандировать сортировку бытовых отходов, гибко регулировать тарифы на вывоз отходов в зависимости от объема выбрасываемого мусора конкретным жителем. Комплекс позволяет оперативно получать информацию о заполненности бака, что дает возможность более гибко строить график вывоза отходов и экономить на транспортных затратах.

Ключевые слова: программно-аппаратный комплекс, ТБО, RFID-метка, мусорный контейнер

ON THE DEVELOPMENT OF A SOFTWARE AND HARDWARE COMPLEX FOR MONITORING HOUSEHOLD WASTE IN RESIDENTIAL AREAS

Solovev A.Yu.*STI NUST MISiS, Stary Oskol, e-mail: solovyov.anton@gmail.com*

The article describes the software and hardware complex for controlling household waste. First of all, the article describes the problem of sorting household waste, as well as the lack of control over the filling of garbage containers, which entails an increase in transport costs for the export of domestic waste. The structure of the hardware and software complex is described, which includes an original garbage container with installed weight and volume sensors and GSM and RFID modules, as well as an information system. The proposed system will allow monitoring the condition of garbage containers, as well as monitor the release of waste by a resident of a residential area. A detailed outline of the information system executed in the form of a web-application and all related processes, in particular, waste disposal of tenants, is given. The proposed complex will solve a number of important tasks, namely: indirectly promote the sorting of household waste, flexibly regulate the tariffs for the export of waste, depending on the amount of waste emitted by a particular resident. Also the complex will allow to receive information on the filling of the tank operatively, which allows more flexible construction of the schedule of waste disposal and saving on transport costs.

Keywords: solid household waste, RFID tags, software and hardware complex, waste container, information system

Проблема, связанная с бытовыми отходами в Российской Федерации, на сегодняшний день стоит крайне остро. Так, например, общая площадь полигонов хранения твердых бытовых отходов (ТБО) занимает порядка 4 млн га, а по прогнозам к 2030 г. эта цифра возрастет в два раза [1]. В то же время переработке подвергается минимальная часть бытовых отходов, что существенно сказывается на экологии населенных пунктов, особенно в крупных городах.

Однако политика государства по решению проблемы бытовых отходов достаточно «своеобразна»: либо увеличивается число полигонов хранения ТБО, так, например, в Белгородской области, в Губкинском городском округе строится дополнительный полигон для захоронения ТБО, по причине того, что существующего полигона не хватает для обслуживания двух близлежащих городов с суммарным населением около 300 тыс. чел. [2]. Это приводит к ухудше-

нию экологической ситуации в регионах, так как в бытовых отходах большой процент занимает пластик, а также другие материалы, которые при гниении выделяют токсичные вещества [3].

Другой путь – строительство мусоросжигающих заводов. Данный подход позволяет убрать часть полигонов ТБО, но в то же время, каким бы ни был современным мусоросжигающий завод и каким бы высокотехнологичным оборудованием он ни был оснащен, в любом случае такие заводы являются экологически небезопасными [4].

Третий наиболее экономически выгодный путь – переработка отходов. Общая схема процесса переработки отходов приведена на рис. 1 [5].

Главными элементами в процессе, представленном на рис. 1, являются сортировка отходов и доставка этих отходов в сортировочные центры с целью дальнейшей досортировки и продажи вторсырья на переработку.



Рис. 1. Процесс работы с отходами с целью переработки и продажи вторсырья

Однако в данном процессе возникает ряд нерешенных задач, а именно:

1. Российские граждане не сортируют бытовые отходы в должной мере. По мнению автора, данная задача вполне решаема, если пропагандировать пользу сортировки и вводить какие-то механизмы поощрения и наказания.

2. В России количество мусороперерабатывающих заводов и сортировочных заводов порядка 300 [6]. В условиях быстро растущей урбанизации, а также отходов населения подобное количество заводов недостаточное для внедрения всеобщей системы сортировки бытовых отходов. Вследствие этого возрастают транспортные расходы на доставку отходов в сортировочные центры или в центры для продажи вторсырья.

3. Инфраструктура городов Российской Федерации не оптимизирована на снижение транспортных затрат, связанных с вывозом отходов из жилых районов. На сегодняшний день компании, занимающиеся вывозом отходов, работают строго по графику, независимо от того, заполнен ли мусорный контейнер или нет. Это приводит к тому, что вывоз отходов с последующей утилизацией, переработкой, сортировкой или захоронением, является не оптимальным с позиции соотношения графика вывоза мусора и наполняемостью мусорных контейнеров.

Для решения вышеприведенных задач в западных странах и Российской Федерации предлагается ряд решений по контролю ТБО. В ходе предварительного анализа западных и отечественных аналогов было вы-

явлено, что в большинстве случаев подобные решения состоят из информационной системы мониторинга заполняемости мусорных контейнеров, а также необходимых датчиков, GSM-модулей и контроллеров, которые устанавливаются в уже существующие контейнеры [7–9]. Либо предлагаются собственные контейнеры, но которые не поделены на секции по типу бытовых отходов [9–11]. Плюсы подобных решений заключаются в том, что если устанавливать датчики веса, уровня и т.д. в готовые контейнеры, то это существенно снижает конечную стоимость продукта. Минусы заключаются в том, что существующие контейнеры не продуманы для установки подобных электронных компонент, не имеют антивандальной защиты и не имеют модулей автоматической разгрузки. Также существующие контейнеры не поделены на секции по типу отходов. Западные и отечественные информационные системы отслеживания мусорных контейнеров позволяют только определять статус контейнера (насколько он заполнен) и формировать график сбора отходов из заполненных контейнеров, но не позволяют вести статистику по жителям жилых районов, например, кто и когда выбросил мусор, вес мусора и т.д. [10–12].

Задачи исследования: для решения вышеперечисленных задач и устранения недостатков в существующих решениях, которые были приведены выше, необходимо определить концепцию разработки программно-аппаратного комплекса контроля ТБО в жилых районах.

Основная идея решения заключается в том, что предлагается комплекс, который будет полезен и для управляющих компаний, и для покупателей вторсырья, и для транспортных компаний, которые осуществляют вывоз отходов. То есть предлагается уйти от жесткой схемы, представленной на рис. 1. Предлагаемое решение будет позволять отслеживать статус контейнера, например, на сколько контейнер заполнен отходами, что позволит не только оперативно вывозить отходы, а также вывозить нужный класс бытовых отходов (стекло, пластик и т.д.) сразу из жилого района, а не дожидаться, пока отходы попадут на мусоросортировочный завод или на полигоны захоронения ТБО.

В статье применены теоретические методы исследования, в частности анализ литературных источников. Для решения поставленной задачи предлагается использовать такие технологии, как RFID [13], а также стандартные средства проектирования и разработки информационных систем. В качестве аппаратных средств, а именно микроконтроллеров, датчиков и т.д., предлагается использовать стандартные решения, представленные на рынке.

Предлагаемый аппаратно-программный комплекс состоит из двух компонент:

1. Автоматизированный мусорный контейнер.

2. Информационная система управления и отслеживания мусорных контейнеров.

На рис. 2, приведена схема предлагаемого комплекса.

На рис. 3 представлена модель предлагаемого мусорного контейнера для установки в жилых районах с предполагаемыми размерами, а также месторасположением ключевых элементов электроники и необходимых устройств. В отличие от стандартных мусорных контейнеров, предлагаемый контейнер оснащен электронными компонентами и оборудованием.

Контейнер поделен на пять секций, каждая секция предназначена для бытовых отходов определенного типа (пластик, металл, бумага, стекло, органика и прочие отходы). Размер каждой секции выбран на основе статистических исследований по процентному соотношению каждого типа отходов от общего объема [14, 15]. Наибольший объем занимает секция для органических отходов, так как в среднем 60–70% от общего количества отходов составляют органические отходы, стекло и макулатура – около 8%, пластик – около 12%, металлолом – около 2% [14, 15]. Разделение на секции определенного объема позволяет контейнеру в целом равномерно заполняться, не вызывая переполнения одной из секций раньше других.

Суммарный объем контейнера рассчитывался исходя из установки одного контейнера около девятиэтажного панельного дома, в котором шесть подъездов.

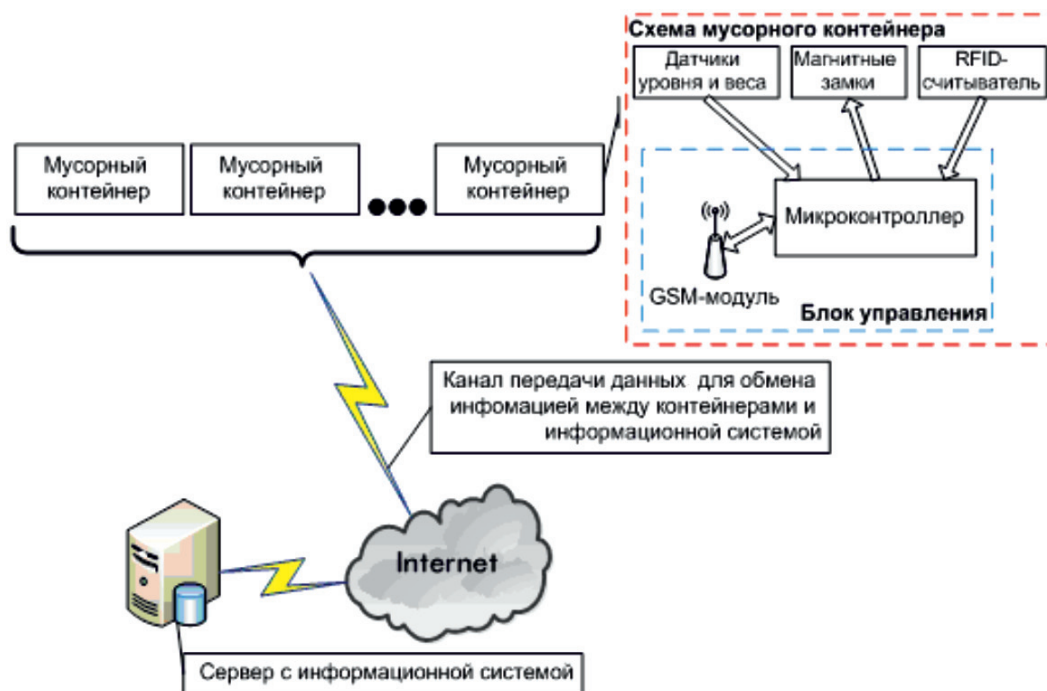


Рис. 2. Схема предлагаемого комплекса по контролю бытовых отходов

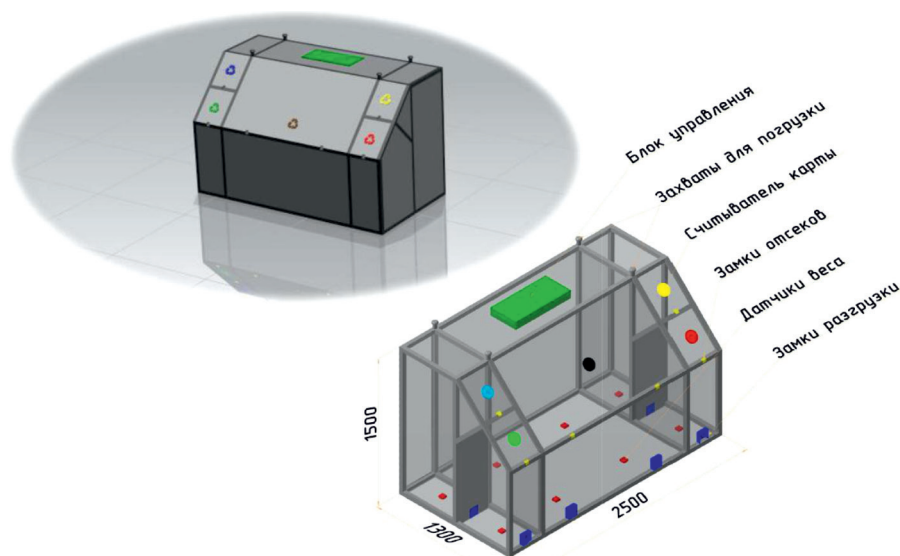


Рис. 3. Прототип предлагаемого мусорного контейнера



Рис. 4. Процесс выброса отходов после внедрения предлагаемого комплекса

Каждая секция контейнера оснащена датчиками веса и уровня, что позволяет определить степень заполненности секции контейнера, считывателем RFID-карт и блоком управления, в который входит микроконтроллер и GSM-передатчик. Вся электронная составляющая и рассмотренные датчики подключены к микроконтроллеру. Микроконтроллер позволяет оказывать управляющее воздействие на магнитные замки, на основе информации полученной с RFID-считывателя. Датчики веса и уровня отслеживают состояние наполняемости секций контейнера и отсыла-

ют необходимую информацию на микроконтроллер. Посредством сотовой связи микроконтроллер передает всю необходимую информацию в базу данных информационной системы.

Предлагаемый контейнер имеет в своей конструкции крепления, которые позволяют машине-мусоровозу оснащенным манипулятором грузить данный контейнер. Каждая секция оснащена магнитными замками разгрузки (элементы синего цвета на рис. 3), что позволяет быстро разгружать нужную секцию, как и на сортировочном заводе, так и на месте, в момент погрузки контейнера.



Рис. 5. Структура предлагаемой информационной системы

Рассмотрим процесс выброса бытовых отходов более подробно. Каждый житель жилого района получает карту, работающую по технологии RFID, данная карта содержит информацию об адресе, номере квартиры, текущем тарифном плане и т.д. На рис. 4 приведена схема процесса выброса отходов жителями городов после внедрения предлагаемого комплекса.

Горожанин, воспользовавшись картой с RFID-меткой, открывает нужную секцию мусорного контейнера. В этот момент происходит фиксация открытия контейнера микроконтроллером на основе полученных данных с RFID-считывателя, то есть при верном идентификаторе RFID-карты микроконтроллер дает команду на открытие необходимой секции, после чего информация об открытии контейнера отправляется посредством сотовой связи на сервер с базой данных предлагаемой к разработке информационной системы.

На рис. 4 показан сервер управляющей компании УК ЖКХ, однако установка серверной части информационной системы не ограничивается ЖКХ, это могут быть и транспортные компании, и компании, занимающиеся скупкой вторсырья, и т.д.

Как только житель выбрасывает отходы в нужную секцию, фиксируется вес отходов, а также вся необходимая информация: из какой квартиры был выброшен мусор, время, секция контейнера и т.д.

Рассмотрим предлагаемую информационную систему. На рис. 5 приведена ее схема.

Система выполнена в виде web-приложения, но данная реализация не является принципиальной, система может

быть представлена в виде облачного решения, приложения под смартфоны или в виде обычного приложения.

Система имеет в своем решении базу данных, в которой хранится вся необходимая информация о мусорном контейнере, его состоянии, загруженности, дате и времени выброса мусора жильцами и т.д.

Предлагаемая система непрерывно обменивается служебной информацией с каждым из удаленно установленных мусорных контейнеров.

Выводы

Рассмотрев предлагаемый программно-аппаратный комплекс, можно сделать вывод, что данное решение достаточно актуально в современных реалиях, связанных с проблемой ТБО. В дальнейшем планируется разработка предлагаемого комплекса. Предлагаемый программно-аппаратный комплекс контроля бытовых отходов при условии того, что он будет разработан и внедрен, позволит:

1. Решить проблему мониторинга наполняемости мусорных контейнеров, что позволит оптимально составлять графики вывоза отхода и экономить на транспортных расходах, а также сделать цепочку сортировка-продажа вторсырья более гибкой, позволив компаниям скупщика и переработчикам вторсырья самим забирать отсортированный мусор.

2. Вести статистику наполняемости мусорных контейнеров, отслеживать выброс мусора конкретным жильцом и гибко регулировать тарифы на вывоз и захоронение ТБО.

Благодаря реализации подобной схемы, можно в реальном времени отслеживать наполняемость каждого мусорного контейнера и каждой секции, тем самым сделав вывоз отходов транспортными компаниями более гибким и более оперативным. Предлагаемая система также способна контролировать объем и вес выбрасываемого мусора каждым жителем. Это дает массу возможностей, так, например, в современных реалиях жители платят плату за вывоз мусора по среднему тарифу, независимо от количества выбрасываемого мусора. Предлагаемая же система позволит гибко регулировать подобные тарифы, в зависимости от количества выброшенного конкретным жителем мусора.

Список литературы

1. Проблема мусора в России: страшная статистика [Электронный ресурс]. – URL: <http://alon-ra.ru/problemam-usora-v-rossii.html> (дата обращения: 05.05.2018).
2. Инвестиционная программа ООО «ФЛАГМАН» по строительству полигона ТБО на территории Губкинского городского округа на 2015-2024 годы (для потребителей Губкинского и Старооскольского городских округов) // Администрация города Губкина [Электронный ресурс]. – URL: www.gubkinadm.ru/images/document/sessiisovdeputatov/prilog_28s_2s_2r.pdf (дата обращения: 05.05.2018).
3. Как решить проблему мусора – вред и вторичная переработка // Утилизация и переработка отходов [Электронный ресурс]. – URL: <http://vtorothodi.ru/vse-ob-otxodax/problema-musora> (дата обращения: 05.05.2018).
4. Нет мусоросжиганию! // Greenpeace России [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.greenpeace.org/russia/ru/campaigns/waste/combustion-plant/> (дата обращения: 05.05.2018).
5. Твердые коммунальные отходы, в том числе крупногабаритный. Компания «Чистый город» [Электронный ресурс]. – URL: http://clean-rg.ru/service_select.php?id=1 (дата обращения: 05.05.2018).
6. Сколько в России мусороперерабатывающих заводов? // Аргументы и Факты [Электронный ресурс]. – URL: http://www.aif.ru/dontknows/actual/skolko_v_rossii_musoropererabatyvayushchih_zavodov (дата обращения: 05.05.2018).
7. Пат. 2040452 Российская Федерация, МПК 6В 65F 1/14 А. Блок идентификации для мусорного контейнера/ Герхард Шефер; заявитель и патентообладатель Фритц Шефер Гезелльшафт Мит Бешренктер Хафтунг (DE) – № 5011946/13 опубл. 1995.
8. Официальный сайт компании Zerocycle [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.zerocycle.co> (дата обращения: 05.05.2018).
9. Пат. 92415 Российская Федерация, МПК В 65 F 1 04. Многофункциональный контейнер / Баранов А.А.; заявитель и патентообладатель Баранов Андрей Александрович № 2009139464/22; заявл. 26.10.2009 опубл. 2010.
10. Официальный сайт компании RUBICON [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.rubiconglobal.com> (дата обращения: 05.05.2018).
11. Официальный сайт компании COMPOLOGY [Электронный ресурс]. – URL: <https://compology.com/> (дата обращения: 05.05.2018).
12. Пат. 2381162 Российская Федерация, МПК В 65 F 1 14,G 08 В 25 10. Система для дистанционного контроля за мусорными контейнерами / Дикарев В.И., Роголев В.А., Руденко Д.В., Рыбкин В.Л., Святкин Г.Ю.; заявитель и патентообладатель Закрытое акционерное общество «Сателлит-СПб» – № 2008145000/11; заявл. 07.11.2008 опубл. 2010.
13. RFID // [Электронный ресурс]. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/RFID> (дата обращения: 05.05.2018).
14. Косолапов Н.А. Статистика ТБО в России [Электронный ресурс] // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2014. – Т. 26. – С. 581–585. – URL: <http://e-koncept.ru/2014/64417.htm>. (дата обращения: 05.05.2018).
15. Отходы в графиках и диаграммах – 3.0 // ОБСЕ [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.osce.org/ru/secretariat/111319> (дата обращения: 05.05.2018).