УДК 502.131.1

А.Б.МАХОВИКОВ, *канд. техн. наук, доцент, telum@inox.ru*
М.Ш.БАРКАН, *канд. техн. наук, доцент, barkan-msh@spmi.ru*
Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», Санкт-Петербург

A.B.MACHOVIKOV, *PhD in eng. sc., associate professor, telum@inox.ru*
M.Sh.BARKAN, *PhD in eng. sc., associate professor, barkan-msh@spmi.ru*
National Mineral Resources University (Mining University), Saint Petersburg

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В УПРАВЛЕНИИ СБОРОМ И ТРАНСПОРТИРОВКОЙ ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ

При сегодняшних темпах роста городов увеличиваются объемы коммунальных отходов. Процесс сбора и транспортировки данных отходов организовывают специализированные транспортные компании. В современных условиях возникает необходимость модернизации этого процесса, при которой требуется использование новейших информационных технологий. Создание информационно-управляющей системы, способной повысить эффективность работы транспортных компаний, поможет решить проблему коммунальных отходов и соответственно улучшить санитарную и экологическую обстановку в городах.

***Ключевые слова*:** твердые коммунальные отходы, транспортные компании, информационно-управляющая система.

INFORMATION SYSTEM IN THE MANAGEMENT OF THE COLLECTION AND TRANSPORTATION OF SOLID WASTE UTILITY

At the current rate of urban growth, increasing amounts of municipal waste. The process of collecting and transporting the waste to organize specialized transport companies. In modern conditions it is necessary to modernize the process, which requires the use of advanced information technologies. Creating a management information system capable of increase the efficiency of transport companies, will help solve the problem of municipal waste, and, consequently, to improve sanitary and environmental conditions in cities.

***Key words*:** municipal solid waste, transportation companies, management information system.

Задача организации эффективной работы компании, занимающейся сбором и транспортировкой твердых коммунальных отходов (далее ТКО), сводится к оптимизации маршрутов передвижения, имеющейся в распоряжении компании уборочной техники и транспортных средств. Эта задача оптимизации известна в математике как транспортная задача линейного программирования. Однако, конкретное решение транспортной задачи может быть получено только для одного заранее известного набора исходных данных, а в реальности этот набор исходных данных постоянно меняется, и эффективная работа компании, занимающейся сбором и транспортировкой ТКО, невозможна без использования информационно-управляющей системы, осуществляющей в реальном времени сбор исходных данных и расчет на их основе оптимальных транспортных потоков.

Как любая информационно-управляющая система, система управления сбором и транспортировкой ТКО должна содержать подсистему сбора информации, подсистему передачи информации, подсистему обработки информации, подсистему хранения информации и подсистему отображения информации. Рассмотрим кратко каждую из названных подсистем.

Основой подсистемы сбора информации должны быть датчики местоположения транспортных средств. Местоположение объекта в настоящее время, как правило, определяется с помощью спутниковой системы глобального позиционирования. Принцип определения своего места на земной поверхности в глобальной системе позиционирования заключается в одновременном измерении расстояния до нескольких навигационных спутников (не менее трех) с известными заранее параметрами орбит и вычислении по измеренным расстояниям своих координат. Наиболее распространенной системой является американская GPS. Также развиваются европейская система Galileo и отечественная система ГЛОНАСС. Указанные системы обеспечивают точность определения местоположения до нескольких метров. Если не требуется высокая точность определения координат объекта, то может быть использована привязка к базовым станциям сотовой связи, дающая погрешность определения местоположения в несколько десятков метров. Помимо датчиков местоположения транспортных средств, в подсистему сбора информации должны входить и другие датчики: датчики загрузки мусоровозов, датчики заполнения мусорных баков и т.п. При функционировании системы в условиях крупных городов обязательно использование информации о загруженности улиц. Такая информация может быть получена при учете средней скорости движения входящих в систему транспортных средств, других транспортных средств, оборудованных датчиками местоположения, и от камер наблюдения. В рассматриваемую подсистему входят также устройства сбора данных с полигонов и мусороперерабатывающих заводов, выдающие информацию об объеме принятого за определенный промежуток времени мусора.

Подсистема передачи информации, естественно, должна строиться на основе одной из существующих беспроводных технологий передачи данных. Наиболее распространенной технологией является GPRS/EDGE/3G. Эта технология использует каналы операторов сотовой связи и характеризуется большой зоной охвата. Однако реальная скорость передачи информации невысока даже для наиболее современной из них 3G. В условиях крупных городов может использоваться технология WiMAX, иногда называемая также 4G, сочетающая в себе как большую зону охвата, так и высокую скорость передачи информации (до 10 мегабит в секунду). В будущем возможно применение наиболее перспективной на данный момент технологии LTE, также относящейся к 4G.

Подсистема обработки информации должна рассчитывать оптимальные маршруты движения транспортных средств с учетом как имеющихся данных, например карт дорожной сети, координат полигонов и мусороперерабатывающих заводов, так и данных, поступающих от подсистемы сбора информации и от операторов, определяющих конечные цели функционирования системы. Полученные результаты должны передаваться как водителям транспортных средств, так и операторам. Основой подсистемы обработки информации должны быть высокопроизводительные компьютерные системы со специально разработанным для конкретной информационно-управляющей системы программным обеспечением, что определяется вычислительной сложностью нелинейных задач оптимизации, решение которых должно осуществляться в реальном масштабе времени. Необходимо отметить, что подсистема обработки информации является самой сложной и важной подсистемой во всей информационно-управляющей системе. От успеха в ее реализации зависит качество системы управления сбором и транспортировкой ТКО в целом.

Подсистема хранения информации должна сохранять данные о функционировании транспортной системы (маршруты транспортных средств, перевезенные ими объемы ТКО и т.п.) и выдавать их по запросам операторов и клиентов компании. Основой этой подсистемы должна быть компьютерная система с установленной на ней системой управления базами данных. В качестве СУБД могут применяться MySQL, DB2, Microsoft SQL Server или Oracle. Конкретный выбор должен определяться в первую очередь размером транспортной компании.

Подсистема отображения информации должна содержать минимум три элемента. Во-первых, это устройство, отображающее информацию для водителя транспортного средства. В качестве такого устройства целесообразно использовать карманный персональный компьютер, включающий помимо экрана для отображения карты местности, маршрута следования и команд оператора, еще и датчик местоположения и технологию беспроводной передачи данных. Может быть использовано и специально разработанное устройство. Во-вторых, это автоматизированное рабочее место оператора. В качестве него можно использовать персональный компьютер с установленным специальным программным обеспечением. И, в-третьих, это веб-интерфейс для клиентов транспортной компании, позволяющий размещать заказы и отслеживать их выполнение непосредственно через интернет. Если в подсистеме передачи информации применяется высокоскоростная технология, то подсистему отображения информации целесообразно дополнить технологией VoIP, позволяющей организовать голосовое общение между операторами и водителями.

Рассмотрим примеры некоторых информационно-управляющих систем, применяющихся при сборе и транспортировке ТКО. Одной из наиболее развитых информационных систем управления сбором и транспортировкой ТКО является система TCS, разработанная финской компанией «Ecomond Ltd». (http://www.ecomond.com). Ее применение в Финляндии позволило снизить затраты на перевозку ТКО на 10-30 %.

Разработанная итальянской компанией «Allix» (http://www.allix.it) система применяется для целей управления перевозкой опасных отходов по дорогам Европы. Порядка двухсот контейнеров на ста мусоровозах оборудованы специальными устройствами, отслеживающими местоположение и загруженность контейнера. Если мусоровоз свернет с разрешенной трассы или контейнер будет опустошен в неположенном месте, то это немедленно отразится на пульте управления. В дальнейшем предполагается адаптировать данную систему для управления перевозкой ТКО в итальянском регионе Ломбардия.

Что касается российского опыта, то в нашей стране тоже разработан ряд информационно-управляющих систем для целей сбора и транспортировки ТКО и в дальнейшем роль таких систем будет постоянно возрастать. Связано это с тем, что после 30 июня 2009 г. лицензии на транспортировку отходов будут только у тех, кто занимается этой деятельностью как бизнесом, т.е. у специальных компаний, которые, в свою очередь, будут нуждаться в информационно-управляющих системах.

НИПВФ «Тензор» (Ростов-на-Дону) (http://www.math.rsu.ru/niimpm/tenzor) разработала интегрированную систему управления доставкой, приемом и размещением ТКО на полигонах и на мусороперерабатывающих комплексах.

Станция приемки отходов включает два комплекта электронных весов для взвешивания автомобилей в статике или в движении, компьютерный терминал, автоматические системы видеорегистрации, идентификации и управления движением транспорта. Режим работы – круглосуточный и круглогодичный (без климатических ограничений). Загруженные мусоровозы прибывают на полигон через въездные весы, на которых автоматически регистрируются дата и время прибытия машины, ее марка, госномер и фамилия водителя, код, наименование и принадлежность организации-перевозчика, вид отходов и район их доставки; определяется масса брутто – автомобиля и груза.

После разгрузки на выездных весах автоматически фиксируются изображение и масса порожних машин, определяется масса нетто принятых ТКО, их объем, степень заполнения мусоровоза и время его пребывания на полигоне. Все полученные таким образом данные заносятся в электронный архив и обобщаются в виде реестров принятых отходов и итоговых отчетов о работе полигона за день, неделю, месяц, год. При этом компьютером отслеживается сумма остатка авансового платежа за вывезенные отходы. Если фактический вывоз превысил оплаченный объем, компьютер выдает чек-уведомление, который прямо на полигоне вручается водителю организации-должника.

Благодаря такому оснащению один оператор за смену может принять свыше 5000 м^3 ТКО с интервалом движения мусоровозов от 15-20 с.

Внедрение новой системы в Ростове-на-Дону существенным образом изменило ситуацию в городе. Начиная с 1999 г., стало выгодно собирать отходы. За реальный мусор платят реальные деньги, причем оплачиваются не абстрактные учетные объемы, а только отходы, доставленные на полигон. Теперь не составляет труда получить информацию об объеме вывоза ТКО любым предприятием и за любой период, а также выявить задолжников по оплате. Ежедневно вся информация по сети связи поступает на компьютеры подразделений Департамента ЖКХ, откуда осуществляется оперативный контроль очистки города, управление финансовыми потоками и работой служб, занятых уборкой, вывозом и захоронением отходов. Предприятия-перевозчики имеют всю информацию о работе своих водителей, а предприятия-производители ТКО знают, как образуется и как расходуется взимаемая с них оплата.

По данным Департамента ЖКХ Ростова-на-Дону за 2000 г. фактический объем вывоза ТКО на полигон увеличился в 1,7 раза, в 1,5-2 раза выросла наполняемость машин, на 30-45 % сократились удельные расходы перевозчиков из расчета на единицу принятых отходов. По соображениям выгоды разбираются и вывозятся на полигон ТКО стихийные, несанкционированные свалки. Их количество сократилось в городе на 80 %.

Организации, осуществляющие сбор и перевозку отходов, вступили в жесткую конкуренцию за право осуществления муниципального заказа по вывозу ТКО, снижают издержки. Например, спецавтохозяйство Советского района Ростова было вынуждено сократить количество машин, занятых на вывозе, с 35 до 20 единиц. Для остальных просто не хватает груза.

Покупка городскими властями ТКО по фактической массе стимулирует его сбор и доставку для захоронения на специально оборудованном полигоне, что свело к минимуму ущерб, наносимый деятельностью человека окружающей среде. Рентабельность новой технологии позволила осуществить приватизацию ранее такой повсеместно убыточной сферы деятельности как уборка ТКО и передать эти обязанности в Ростове частному предприятию (ООО «Чистый город»).

Опыт Ростова вызвал интерес в других крупных городах. Оборудование системы управления отходами введено в эксплуатацию в Иркутске, Тольятти и Тюмени, готовится к монтажу в Салехарде, Челябинске и Калининграде.

В 2004 г. «Тензором» выиграны проводимые Европейским Союзом конкурсные торги и подписан контракт с фирмой «Ramboll» (Дания) на обустройство терминалов по управлению сбором, доставкой, приемкой и захоронением ТКО на полигоне.

В мае 2009 г. Комитет по благоустройству и дорожному хозяйству Санкт-Петербурга внедрил систему мониторинга уборочной техники на улицах города. В системе используется технология CityGuide ООО «МИТ» (http://www.probki.net) изначально разработанная как автомобильная навигационная система, учитывающая при прокладке маршрута загруженность улиц транспортом. Местоположение каждой из 400 оборудованных датчиками единиц уборочной техники отображается на карте города, что позволяет операторам отслеживать передвижение техники и контролировать уборку улиц.

Таким образом, применение информационно-управляющих систем в сфере сбора и транспортировки ТКО позволяет снизить затраты и повысить эффективность работы транспортных компаний, а значит, в конечном итоге, приводит к улучшению экологической обстановки.