УДК 502.17

**М.Ш.БАРКАН**, *канд. техн. наук, доцент, barkan-msh@spmi.ru*
**А.Б.МАХОВИКОВ**, *канд. техн. наук, доцент, ikt-spmi@inbox.ru*
**Е.И.КАБАНОВ**, *студент, vincenzo@europe.com*
*Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», Санкт-Петербург*

**M.Sh.BARKAN**, *PhD in eng. sc., associate professor, barkan-msh@spmi.ru*
**A.B.MACHOVIKOV**, *PhD in eng. sc., associate professor, ikt-spmi@inbox.ru*
**E.I. KABANOV**, *student, vincenzo@europe.com*
*National Mineral Resources University (Mining University), Saint Petersburg*

# СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ ОТХОДАМИ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ ПРИ ФУНКЦИОНИРОВАНИИ ГОРНО-ПРОМЫШЛЕННЫХ АГЛОМЕРАЦИЙ

Любая промышленная агломерация представляет собой территорию не только с высокой концентрацией промышленных объектов, но с большой плотностью населения. Это, в свою очередь, является важнейшей предпосылкой к возникновению проблем, связанных со значительным объемом образующихся отходов производства и потребления. Для решения подобных вопросов необходимо не только совершенствовать технологии по переработке различного рода отходов, но и налаживать системы по оперативному сбору и транспортировке.

***Ключевые слова***: отходы потребления, защита окружающей среды, горно-промышленные агломерации, информационные системы.

# MODERN TECHNOLOGY OF CONSUMPTION WASTE MANAGEMENT IN THE MINING AGGLOMERATION

Any industrial agglomeration is a territory, not only with a high concentration of industrial facilities, but also with high population density. This, in turn, is an essential prerequisite to problems associated with the large volume of waste consumption. To solve these problems it is necessary not only to improve the technology for processing different kinds of waste, but also to establish a system by their rapid collection and transport.

***Key words***: consumer waste, environmental protection, mining agglomeration, information systems.

В ходе промышленного развития, проектирования и строительства горно-промышленных предприятий предпочтительной являлась концепция, подразумевающая высокий уровень территориальной концентрации предприятий различных отраслей хозяйства. Данное решение имеет ряд преимуществ с экономической точки зрения: у смежных производств наблюдаются более высокие уровни эффективности и диверси-

фикации, снижаются затраты на строительство и дальнейшее обслуживание. Для поддержания функций подобных территориально-экономических образований создается развитая инфраструктура и сеть побочных производств, в результате чего наблюдается высокая занятость труда и, как следствие, – большая плотность населения. Все это является предпосылками к формированию крупных промышленных центров и узлов, промышленных и горно-промышленных агломераций.

При смежном использовании предприятий на единой территории на локальном уровне можно также добиться снижения затрат на вспомогательные объекты благодаря организации единых, общих объектов вспомогательного назначения, производственной и социальной инфраструктуры. Все это ведет к значительному сокращению территорий промышленной агломерации в целом. С другой стороны, высокая концентрация производств и населения на данной территории подразумевает высокую антропогенную нагрузку на компоненты природной среды, которая выражается в больших объемах образующихся загрязняющих веществ и отходов производства и потребления.

Крупнейшими промышленными агломерациями России являются Московская, Санкт-Петербургская, Самарско-Тольяттинская, Ростовская и Екатеринбургская [4]. Всего в России насчитывается порядка 22 агломераций-миллионников, и в каждой из них возникает вопрос о решении проблем, связанных с образованием больших объемов отходов производства и потребления. Решением проблем с отходами подобного рода занимаются специализированные компании, главными задачами которых являются оперативный сбор и транспортировка отходов к местам их утилизации, обезвреживания или захоронения [2].

Задача организации эффективной работы подобной компании 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 отходов производства и потребления, 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 отходов должна содержать подсистемы сбора, передачи, обработки, хранения и отображения информации. Рассмотрим кратко каждую из них.

Основой подсистемы сбора информации должны быть датчики местоположения транспортных средств. Местоположение объекта в настоящее время, как правило, определяется с помощью спутниковой системы глобального позиционирования. 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.

Следующая подсистема – передачи информации, 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 [3]. В условиях крупных городов может быть использована технология WiMAX, иногда на-

зываемая также 4G, сочетающая в себе как большую зону охвата, так и высокую скорость передачи информации (до 10 Мбит/с).

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. 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.

Подсистема хранения информации должна сохранять данные о функционировании транспортной системы, такие как маршруты транспортных средств, перевезенные ими объемы отходов 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 (MySQL, DB2, Microsoft SQL Server, Oracle).

Подсистема отображения информации должна содержать минимум три элемента: устройство, отображающее информацию для водителя транспортного средства; автоматизированное рабочее место оператора; веб-интерфейс для клиентов транспортной компании, позволяющий размещать заказы и отслеживать их выполнение непосредственно через Интернет.

Рассмотрим примеры некоторых информационно-управляющих систем, применяемых при сборе и транспортировке отходов.

Одной из наиболее развитых информационных систем управления сбором и транспортировкой отходов является система TCS, разработанная финской компанией «Ecomond Ltd». Ее применение в Финляндии позволило снизить затраты на перевозку отходов на 10-30 % [1].

Разработанная итальянской компанией «Allix» система применяется для целей управления перевозкой опасных отходов по дорогам Европы. Порядка 200 контейнеров на 100 мусоровозах оборудованы специальными устройствами, отслеживающими местоположение и загруженность контейнера.

Что касается российского опыта, то в нашей стране тоже разработан ряд информационно-управляющих систем для целей сбора и транспортировки отходов производства и потребления и в дальнейшем роль таких систем будет постоянно возрастать. Научно-исследовательская и производственно-внедренческая фирма «Тензор» (Ростов-на-Дону) разработала интегрированную систему управления доставкой, приемом и размещением отходов на полигонах и на мусороперерабатывающих комплексах. 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 вес брутто – автомобиля и груза. После разгрузки на выездных весах автоматически фиксируются изображение и вес порожних машин, определяется вес нетто принятых отходов, 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.

По данным Департамента ЖКХ Ростова-на-Дону, после внедрения новой системы управления сбором и транспортировкой отходов фактический объем вывоза различных отходов производства и потребления 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 полигоны стихийные, несанкционированные свалки. Их количество сократилось в городе на 80 %.

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 «Мобильные информационные технологии», 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 отходов производства и потребления позволяет снизить затраты и повысить эффективность работы транспортных компаний, а значит, приводит к улучшению экологической обстановки, что является немаловажным эффектом в плотно населенных городах и промышленных агломерациях в целом.

Проведенная работа выполнена при поддержке федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы, Правительства Санкт-Петербурга, Центра коллективного пользования Горного университета.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. *Анда М.* Природоохранные расходы и доходы в ЕС, ЕАСТ и стран-кандидатов на 2001-2006 годы / М.Анда, Ж.Сезар. Люксембург: Евростат, 2010. 12 с.

2. *Венцюлис Л.С.* Система обращения с отходами: принципы организации и оценочные критерии / Л.С.Венцюлис, Ю.И.Скорик, Т.М.Флоринская. ПИЯФ РАН. СПб, 2007. 207 с.

3. *Воробьев Л.В.* Системы и сети передачи информации / Л.В.Воробьев, А.В.Давыдов, Л.П.Щербина. М: Академия, 2009. 336 с.

4. *Кевеш А.Л.* Промышленность России / Росстат. М., 2010. 456 с.

**REFERENCES**

1. *Anda M., Cesar J.* Environmental costs and revenues in the EU, EFTA and candidate countries for 2001-2006. Lucsemburg: Eurostat, 2010. 12 p.

2. *Ventsyulis L.S., Skorik Y.I., Florinskaya T.M.* Waste management: principles of organization and evaluation criteria / PNPI. Saint Petersburg, 2007. 207 p.

3. *Vorobev L.V., Davydov A.V., Shcherbina L.P.* System and network communication. M: Academy, 2009. 336 p.

4. *Kevesh A.L.* Russian industry / Rosstat. Moscow, 2010. 456 p.