

ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ ОТХОДАМИ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ

В.И. Егоров, А.В. Михайлов, А.А. Мельберт

Рассмотрен способ сокращения транспортных расходов, позволяющий сократить расходы логистической службы, уменьшить время доставки отходов за счет прокладки маршрутов, имеющих меньшую протяженность в сравнении с существующими.

Ключевые слова: логистика, отходы, экология.

Сегодня руководители любого производства пытаются оптимизировать свои затраты. Этого можно достичь двумя путями – сокращением финансирования какой-либо области, либо оптимизацией уже существующего производства. Очевидно, что всегда наиболее приемлем именно второй вариант, при котором предприятие использует новые, более рациональные, в том числе и с экономической точки зрения, технологии, сохраняя, или увеличивая свою мощность.

Научные исследования коллектива кафедры БЖД, направленные на решение проблемы транспортировки отходов, показывают, что область сбора и переработки отходов во вторичную продукцию должна принадлежать либо государственным структурам, либо компаниям, получившим на это разрешение по конкурсу и осуществляющих свою деятельность под контролем государственных органов, однако данную задачу не решить без существования слаженной работы предприятий-переработчиков и организаций, занимающихся транспортировкой отходов.

На данный момент вывозом отходов производства и потребления в г. Барнауле занимается три крупных коммерческих организации, работающих по принципу, применяемому уже много десятилетий: отходы с мусорных баков напрямую поступают на полигон. Мировой опыт показывает, что для снижения техногенного воздействия на окружающую природную среду отходы необходимо обезвреживать и/или использовать вторично, при этом компании города могут получать вторсырье по конкурентным ценам, а городу потребуются меньше места под захоронение.

Разрабатываемая нами система подразумевает сбор и вывоз отходов от населения посредством сортировочных пунктов, принимающих в цветных мешках соответствующие виды отходов, и от крупных предприятий, способных на своей базе организовать подобный сбор отходов. Дополнительным стимулом для клиентов будет выплата денежной компенсации за самостоятельную сортировку

отходов, позволяющая существенно сэкономить и упростить переработку. Вся продукция, не подлежащая переработке, будет вывозиться на полигоны. Их расположение учитывается при вычислении месторасположения перерабатывающих заводов.

В качестве исходной информации служат данные о сортировочных пунктах и крупных промышленных предприятиях. Для решения проблемы требуется количественная характеристика описанных выше объектов: потребности в вывозе отходов, а так же географические координаты предприятий и полигонов ТБО.

После сбора данных и нанесения на координатную плоскость, можно приступить к вычислению расположения заводов. Очевидно, что наилучшим местом расположения завода будет точка, совпадающая с географическим центром между поставщиками. В этом случае протяженность путей будет иметь наименьшее значение, а транспортные расходы сведены к минимуму.

Координаты условного центра перерабатывающего завода рассчитывается по следующим формулам:

$$x = \frac{\sum_{i=1}^n S_i \cdot x_i}{\sum_{i=1}^n S_i}; \quad y = \frac{\sum_{i=1}^n S_i \cdot y_i}{\sum_{i=1}^n S_i}.$$

где x_i, y_i - значение координат x и y для i -ого предприятия; $\sum S_i$ - количественная оценка образования отходов i -ого предприятия (единицы веса в единицу времени).

Логическим продолжением решения поставленной задачи является определение минимального маршрута движения погрузочного транспорта. Поставленная задача будет решаться в два этапа, первый из которых подразумевает нахождение плана перевозок, при котором объем грузовых работ имел бы минимальное значение, а второй - непосредственная прокладка этого пути с учетом городской застройки.

В качестве основы решения поставленной задачи взят метод потенциалов, предложенный Л.В. Канторовичем и М. К. Гавуриным в 1949 г. Данный метод является детализацией метода последовательного улучшения плана применительно к транспортной задаче. Метод потенциалов позволяет, отправляясь от некоторого опорного плана перевозок, построить решение транспортной задачи за конечное число итераций (шагов).

В разрабатываемой системе переработки отходов предполагается наличие нескольких заводов-переработчиков и множества сортировочных пунктов, принимающих различные виды отходов (стеклотара, пищевые, бумажные и бытовые) от населения. Главным критерием расположения пунктов приема отходов является удобство для населения. Это могут быть места в спальных районах, места, через которые проходят жители на работу (около автобусных остановок) и т.д. Для уменьшения нагрузки и количества оборудования, установленного на заводах-переработчиках, отходы будут распределяться согласно профилю предприятия. На текущий момент сбор осуществляется только собственными производственными силами, предприятия не помогают друг другу: цель в конкурентной борьбе - охватить большой сегмент рынка. Объединение предприятий в единую систему позволит сократить транспортные расходы.

На рисунке 1 схематически представлен план сбора отходов переработчиком Π_1 , проходящий через все сортировочные пункты. Для облегчения понимания графика путь от Π_2 , так же проходящий через все сортировочные пункты, не отмечен.

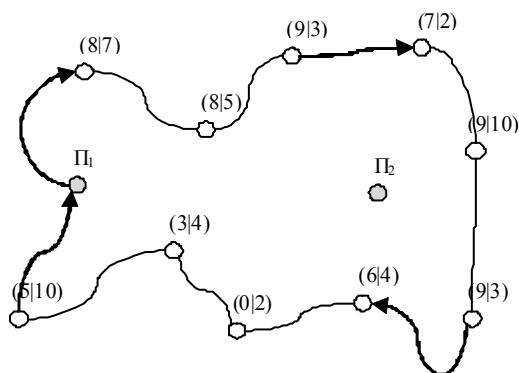


Рисунок 1. Π_1 , Π_2 – заводы-переработчики; (1|2) – сортировочные пункты, в скобках указано количество отходов, предназначенных для первого и второго завода соответственно, в ед. времени.

Очевидно, что наиболее приемлемой будет система, при которой каждый завод обслуживает только те пункты, которые геогра-

фически ближе находятся к нему, оставляя неохваченные пункты другому переработчику. Оптимальным будет считаться случай, при котором возможно планирование круговых маршрутов, при которых мусоровоз проезжает через несколько пунктов, прежде чем вернуться назад.

После этого отходы, предназначенные для второго завода, отдельным маршрутом доставляются на него с первого завода. Затем, этим же рейсом доставляются отходы со второго завода на первый, собранные для него с остальных сортировочных пунктов (рисунок 2). Благодаря этому уменьшается путь, проходимый автотранспортом, частично сокращается время доставки отходов к переработчикам, а также сокращены расходы на горючее и амортизацию. Общая экономия, не считая заработной платы рабочим, может составить 30%. В масштабах города – это десятки миллионов рублей каждый год, только благодаря взвешенному подходу к месторасположению перерабатывающих пунктов.

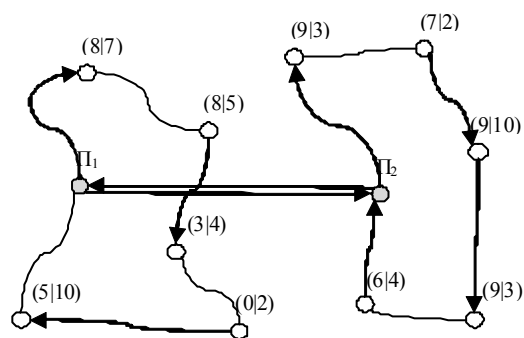


Рисунок 2. Улучшенная схема перемещения автотранспорта при сборе отходов с сортировочных пунктов.

Без учета мониторинга образования отходов вероятен случай, когда отправленные для сбора отходов мусоровозы могут оказаться полупустыми или наоборот, вынуждены делать несколько рейсов в один и тот же район города. Решение задачи сводится к нахождению наименьшего пути посредством решения транспортной задачи, суть которой состоит в следующем: по данному опорному плану каждому пункту задачи составляется число, разность для пары пунктов A_i , B_j , связанных основной коммуникацией, была равна c_{ij} – стоимости перевозок между этими пунктами единицы продукта. Если разность предварительных потенциалов не будет превосходить c_{ij} , то данный план перевозок – решение задачи, а предварительные потенциалы – потенциалы задачи. В ином случае указывается способ получения нового опорного плана, связанного с меньшими транспортными

ми издержками. Через конечное число итераций процесс решения завершится построением оптимального плана и системы потенциалов задачи.

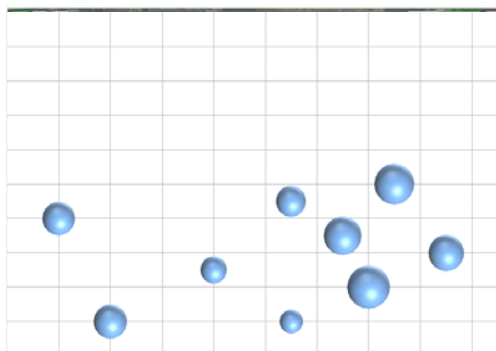


Рисунок 3. На Яндекс.Картах обозначены сортировочные пункты. Диаметр окружности пропорционален объему образующихся отходов, в у.е.

Классическая транспортная задача не способна рассмотреть вариант, при котором отходы собираются со всех сортировочных пунктов, когда переработчики могут перерабатывать лишь определенные виды отходов.

В результате наших исследований был создан программный продукт, который позволяющий практически мгновенно найти оптимальное расположение заводов для любого города при минимальных транспортных издержках.

Отличием разрабатываемого программного продукта является его универсальность, обеспечиваемая интеграции с системой Яндекс. Карты появляется возможность применить его в любой точке мира, и к любому го-

роду (рис. 3). Кроме того, продукт может быть применен существующими предприятиями для сокращения издержек на автомобильные затраты.

Приложение способно рассчитывать данные месторасположения завода-переработчика. Также оно сможет высчитать оптимальный путь большинство данных, описанных выше. В качестве среды для разработки выступает среда Delphi 7.0. Программа обладает следующими возможностями: расчет минимального расстояния; нахождение расположения завода - переработчика прямо на снимках со спутника; расчет оптимального пути.

Таким образом, разработанные нами методики и приложение могут послужить существенной поддержкой при планировании расположения перерабатывающих станций, рационально использовать транспортные ресурсы, снизить выброс вредных веществ в атмосферу, снизить площади под захоронение, уменьшить загрязнение почв, увеличить скорость и упростить работу логистической службы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вайсман Я.И., Старкова Л.В., Рудакова Ю.И., Виндиш Э. // Материалы международного конгресса WasteTech 2007. М. С. 2-12.
2. Нестеров П. М. Экономика природопользования и рынок - М.:Закон и право:ЮНИТИ, 1997. — 413 с.
3. Грешилов, А.А. Прикладные задачи математического программирования: учебное пособие для ВУЗов./ Грешилов, А.А. — М., Логос, 2006. — 286 с.

ОРГАНИЗАЦИЯ РАЗДЕЛЬНОГО СБОРА ОТХОДОВ В МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЯХ

Л.Н. Бельдеева

Статья посвящена актуальным вопросам, связанным со снижением негативного воздействия опасных отходов на окружающую среду. Для совершенствования системы обращения с отходами разработана схема раздельного накопления и утилизации отходов для дальнейшего применения на территории Алтайского края на примере г. Новоалтайска. Разработанная схема может служить основанием для разработки муниципальных нормативно-правовых актов и муниципальных целевых программ на территории края.

В Алтайском крае сложилась напряженная ситуация в области обращения с отходами. Растет количество образующихся отходов, усложняется их состав, растет число нарушений природоохранного законодательства.

Для того, чтобы решить проблему отходов необходимо согласованно действовать по двум ключевым направлениям: во-первых, развивать эффективную систему обращения с отходами, сводящую к минимуму негатив-