

ОПТИМИЗАЦИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО И КОНТЕЙНЕРНОГО ПАРКА ПРИ СБОРЕ И ВЫВОЗЕ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

В статье рассматривается проблема развития инфраструктуры сбора и вывоза твердых бытовых отходов. Осуществлен анализ составных элементов инфраструктуры сбора и вывоза твердых бытовых отходов. Сформированы параметры оптимизации системы сбора и вывоза твердых бытовых муниципальных образований

Ключевые слова: твердые бытовые отходы, сбор и вывоз, оптимизация.

Функционирование и развитие населённого пункта неизбежно сопровождается образованием твердых бытовых отходов как результата жизнедеятельности населения, предприятий, организаций и прочих субъектов хозяйственной деятельности. Организация деятельности по сбору и вывозу твердых бытовых отходов регламентируется нормативно-правовыми актами федерального и муниципального уровней. Предприятия, осуществляющие сбор и вывоз отходов должны обеспечить соблюдение данных нормативно-правовых актов, а также выполнение договоров, заключенных с субъектами хозяйственной деятельности с минимальными трудовыми и материальными затратами.

Количество образующихся твердых бытовых отходов определяется совокупностью факторов – численности и плотности населения, сезонных факторов, определяющих интенсивность образования отходов, количества и режима работы предприятий и организаций. Постоянное изменение потребности в услугах по сбору и вывозу твердых бытовых отходов обуславливает необходимость соразмерной адаптации количества и типа подвижного состава, параметров его работы к изменяющимся условиям внешней среды, к которым относятся: интенсивность образования отходов, температура окружающей среды, свойства отходов. При этом весомыми факторами являются также состояние производственно-технической базы, стоимость топлива и эксплуатационных материалов, автотранспортных средств и технологического оборудования.

Различные объемы сбора и вывоза твердых бытовых отходов требуют применение соответствующих типов, количества подвижного состава и способов организации маршрутно-логистической схемы сбора и вывоза отходов, обеспе-

чивающих нормальное функционирование населенного пункта, а именно: санитарно-гигиеническую обстановку, экологическую обстановку, социально-экономическую обстановку, эстетику населенного в существующих условиях эксплуатации с учетом минимизации трудовых и материальных затрат.

Для целей оптимизации системы сбора и вывоза твердых бытовых отходов муниципальных образований в настоящее время необходимо применение передовых методов и средств, базирующихся на достижениях российских и иностранных ученых, обобщающих передовой мировой опыт совершенствования транспортных процессов. Применяемые в настоящее время методы формирования инфраструктуры сбора и вывоза твердых бытовых отходов не в полной мере совершенны и соответствуют современным требованиям.

В связи с этим, проблема совершенствования системы сбора и вывоза твердых бытовых отходов с территории населенного пункта является актуальной.

Эффективное решение задачи совершенствования инфраструктуры сбора и вывоза твердых бытовых отходов возможно с использованием положений системного анализа, при котором эта инфраструктура представляется в виде взаимосвязанных и взаимодействующих между собой элементов, обладающих различными свойствами, функциями и степенью влияния на систему в целом.

На рисунке 1 представлена схема системы сбора и вывоза твердых бытовых отходов муниципального образования.

В результате анализа составных частей представленной схемы установлено, что большей стабильностью обладает подсистема регулирования, регулирующая деятельность в области

сбора и утилизации различного типа отходов соответствующими законодательными актами. Значительной изменчивостью обладают как места накопления твердых бытовых отходов, так и отходы, обладающие свойствами меняться в зависимости от изменчивых внешних факторов.

Источниками образования твердых бытовых отходов являются жилые комплексы, предприятия, организации и учреждения различного назначения и форм собственности. Объемы образования отходов зависят от таких факторов, как время года, день недели, социальных и экономических факторов.

Результаты проведенных исследований показали, что более 80% образующихся твердых бытовых отходов собираются и вывозятся специализированными автотранспортными предприятиями (АТП). Эти предприятия осуществляют свою деятельность в соответствии с действующими нормативно-правовыми документами, регламентирующими данный вид деятельности. С позиций организации транспортного процесса и технической эксплуатации подвижного состава специализированные АТП осуществляют планирование и выполнение транспортной работы по перевозке твердых бытовых отходов.

Эффективность функционирования специализированных АТП зависит от совокупности факторов, которые условно можно представить в виде нескольких групп.

Первая группа факторов характеризует твердые бытовые отходы следующими параметрами: массой, плотностью, биологической и химической активностью, интенсивностью образо-

вания и нормативной периодичностью их сбора и вывоза. Данные факторы влияют на выбор типа специализированного транспортного средства, его грузоподъемности, вместимости, коэффициента уплотнения груза, периодичность сбора и вывоза твердых бытовых отходов.

Вторая группа факторов характеризует источники возникновения и первоначального накопления твердых бытовых отходов: численность и плотность населения, характеристики промышленной застройки, количество организаций, расстояние между источниками образования отходов, специализированными АТП по сбору и вывозу отходов и пунктами приема и хранения отходов. Данная группа факторов учитывается как при выборе параметров автотранспортных средств и контейнерного парка, так и при формировании маршрутной схемы сбора и вывоза отходов.

Третья группа включает специализированные АТП, основными параметрами которых являются: количество и тип автотранспортных средств, количество и параметры контейнеров, свойства производственно-технической базы.

К четвертой группе можно отнести органы, выполняющие регулирование деятельности по сбору и вывозу твердых бытовых отходов за счет разработки и внедрения нормативно-правовых актов, организации контроля в области обращения с отходами. Регулирование осуществляется на основе взаимодействия между администрацией муниципального образования, специализированных АТП и источников образования твердых бытовых отходов и принятии мер организационного и административного характера.



Рисунок 1. Схема системы сбора и вывоза твердых бытовых отходов муниципального образования

Успешная деятельность специализированного предприятия по сбору и вывозу твердых бытовых отходов определяется способностью вовремя адаптироваться к изменению объемов их образования и удовлетворять потребности в вывозе при соблюдении нормативов их сбора и вывоза [1]–[3].

При формировании целевой функции оптимизации инфраструктуры сбора и вывоза бытовых отходов разработана схема взаимосвязи показателей эффективности специализированного АТП с параметрами инфраструктуры, представленная на рисунке 2.

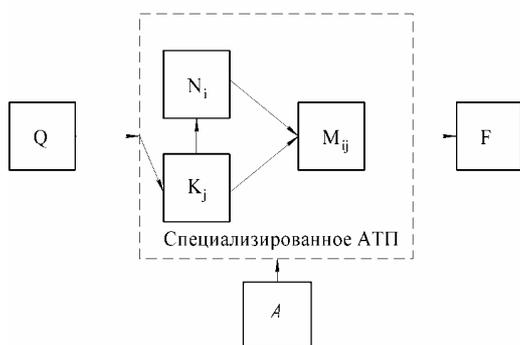
Основными элементами инфраструктуры сбора и вывоза твердых бытовых отходов являются специализированные автотранспортные средства, осуществляющие сбор и вывоз отходов; контейнерный парк, предназначенный для накопления отходов; маршрутная схема движения автотранспортных средств при сборе и вывозе отходов.

В качестве параметра оптимизации обоснован выбор себестоимости перевозки 1 т-км твердых бытовых отходов F .

Целевые функции F_i , образующие вектор полезного эффекта, можно представить в виде:

$$F = \{F_1, F_2, \dots, F_n\}, \quad (1)$$

где F_i – себестоимость перевозки 1 т-км отходов; n – количество типов транспортных средств.



Q – объем образования ТБО, т; N_i – количество автотранспортных средств i -го типа на предприятии, ед.; K_j – количество контейнеров j -го типа, ед.; M_{ij} – характеристика маршрутов сбора и вывоза твердых бытовых отходов при использовании N_i -х типов подвижного состава и K_j -х типов контейнеров; F – себестоимость перевозки 1 т-км отходов; A – затраты на содержание подвижного состава

Рисунок 2. Схема взаимосвязи показателей эффективности специализированного АТП со структурой подвижного состава

Переменные параметры целевой функции составляют модели транспортных средств:

$$N_i = \{N_{i1}, N_{i2}, \dots, N_{in}\} \quad (2)$$

и типы используемых контейнеров:

$$K_j = \{K_{j1}, K_{j2}, \dots, K_{jm}\}, \quad (3)$$

где N_i – количество транспортных средств i -й модели;

K_j – количество контейнеров j -й модели.

Количество и характеристики подвижного состава, участвующего в сборе и вывозе твердых бытовых отходов, оказывают прямое влияние на количество рейсов и параметры маршрутов. Количество и характеристики контейнерного парка взаимосвязаны с продолжительностью простоев при выполнении погрузочно-разгрузочных работ.

Параметром внешней среды является объем твердых бытовых отходов Q . Данный объем можно представить в виде суммы объемов, собираемых на i -х маршрутах Q_i :

$$Q = \sum_{k=1}^m Q_k, \quad (4)$$

где Q_k – объем перевозок на k -м маршруте
 m – количество маршрутов.

Объем перевозок на маршруте определяется его протяженностью, количеством контейнеров, их емкостью, способом и особенностями погрузки, количеством и характеристиками подвижного состава.

Для k -го маршрута объем перевозок можно представить в виде:

$$Q_k = \frac{T_n q_i N_i}{\beta V_m + t_{npj}}, \quad (5)$$

где T_n – время в наряде, ч;
 q_i – вместимость i -го типа транспортного средства, м³;

l_{ez} – длина ездки с грузом, км;

β – коэффициент использования пробега;

V_m – техническая скорость транспортного средства, км/ч;

t_{npj} – продолжительность погрузочно-разгрузочных работ при использовании j -го контейнерного парка, ч:

$$t_{npj} = t_{1kj} N_{kj}, \quad (6)$$

где t_{1kj} – продолжительность разгрузки одного j -го контейнера, ч;

N_{kj} – количество j -х контейнеров, шт.

Годовой объем перевозок на маршруте Q_{dk} можно представить в виде:

$$Q_{zk} = \frac{T_n q_i N_i D_{pzj}}{\frac{l_{ec}}{\beta V_m} + t_{1kj} N_{kj}}, \quad (7)$$

где D_{pzj} – количество дней в году работы подвижного состава на маршруте при использовании j -го контейнерного парка.

Разная вместимость различных контейнеров влияет на периодичность сбора и вывоза твердых бытовых отходов, и, как следствие, на потребность в автомобилях и на параметры самих маршрутов.

Количество дней в году работы подвижного состава на маршруте при использовании j -го контейнерного парка:

$$D_{pzj} = \frac{365}{P_j}, \quad (8)$$

где P_j – периодичность вывоза твердых бытовых отходов при использовании j -го контейнерного парка, дней.

Общий годовой объем перевозок можно выразить:

$$Q = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^u \frac{T_n q_i N_i D_{pzj}}{\frac{l_{ec}}{\beta V_m} + t_{1kj} N_{kj}}, \quad (9)$$

где n – количество типов подвижного состава;

u – количество типов контейнеров.

Вектор фиксированных внутренних параметров составляют затраты на содержание подвижного состава в исправном состоянии:

$$A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}, \quad (10)$$

где a_i – затраты на содержание i -й группы транспортных средств.

На основании рассмотренных зависимостей установлен общий вид целевой функции оптимизации стоимости транспортной операции по критерию минимума затрат:

$$F = \frac{\sum_{i=1}^n N_i \cdot a_i + \sum_{j=1}^u K_j \cdot b_j}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^u \frac{T_n q_i N_i D_{pzj}}{\frac{l_{ec}}{\beta V_m} + t_{1kj} N_{kj}}} \rightarrow \min, \quad (11)$$

$$N_j \geq 0; K_j \geq 0;$$

$$a_i = const; b_j = const;$$

$$i = 1 \dots n; j = 1 \dots u$$

При формировании модели принято, что время в наряде, техническая скорость являются величинами неизменными.

Прямое решение задачи оптимизации затруднено в связи со сложностью объекта исследования ввиду большой размерности данных, поэтому произведён анализ существующих подходов к решению задач оптимизации [4]–[6].

Проведенный анализ существующих методов и подходов к решению задачи оптимизации показал целесообразность использования метод оптимизации по чувствительности.

Реализация данного метода оптимизации предполагает формирование функции чувствительности для процесса сбора и вывоза твердых бытовых отходов и разработку процедуры оптимизации [5], [6].

В ходе анализа существующего состояния системы сбора и вывоза твердых бытовых отходов установлен характер взаимосвязи между элементами системы, определено направление оптимизации инфраструктуры сбора и вывоза твердых бытовых отходов.

Разработанная целевая функция оптимизации инфраструктуры сбора и вывоза твердых бытовых отходов основана на минимизации себестоимости транспортной работы за счет обоснования количества и типа специализированного подвижного состава и параметров используемого контейнерного парка.

10.08.2014

Список литературы:

1. Любимов, И.И. К вопросу формирования рациональной структуры городского пассажирского транспорта в городе Оренбурге / И.И. Любимов, Н.З. Султанов, Е.В. Бондаренко // Вестник Московского автомобильно-дорожного института (государственного технического университета). – 2009. – № 3. – С. 21–25.
2. Любимов, И.И. Показатели спроса на услуги городского пассажирского транспорта (на примере г. Оренбурга) / И.И. Любимов // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2009. – № 9. – С. 139–143.
3. Любимов, И.И. Оптимизация структуры подвижного состава городского пассажирского транспорта / И.И. Любимов, И.Т. Ковриков, Н.З. Султанов, А.П. Фот // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2010. – № 1. – С. 206–210.
4. Любимов, И.И. Управление функциональными процессами городских пассажирских перевозок / И.И. Любимов, Н.В. Вагапова, Б.А. Портников, Н.З. Султанов // Интеллект. Инновации. Инвестиции: Академический журнал. – 2009. – № 2. – С. 49–56.
5. Любимов, И.И. Методические основы оптимизации процесса сбора и вывоза твёрдых бытовых отходов / И.И. Любимов, К.И. Манаев, А.Н. Мельников, Н.З. Султанов // Интеллект. Инновации. Инвестиции: Академический журнал. – 2011. – № 2. – С. 35–40.

6. Любимов, И.И. Оптимизация инфраструктуры сбора и вывоза твердых бытовых отходов с территории населенного пункта/ Е.В.Бондаренко, А.О.Зуев, И.И.Любимов, К.И.Манаев, А.Н.Мельников // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (государственного технического университета). – 2011. – № 4. – С. 92–96.

Сведения об авторах:

Манаев Константин Ильич, коммерческий директор ООО «Управляющая компания «Спецавтохозяйство», e-mail: sah_1@mail.ru.

Мельников Алексей Николаевич, доцент кафедры технической эксплуатации и ремонта автомобилей транспортного факультета Оренбургского государственного университета, кандидат технических наук, доцент, e-mail: mlnikov@rambler.ru

460018, г. Оренбург, пр-т Победы, 149, ауд. 10302, тел. (3532) 912224