

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ СТРАТЕГИИ ПЕРЕВОДА АВТОТРАНСПОРТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ НА АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ ВИД ТОПЛИВА

Решена задача определения оптимальной стратегии перевода автотранспортного предприятия на альтернативный вид топлива. Предложены математическая модель и интерактивный алгоритм решения целочисленной многокритериальной задачи. Построена стратегия перевода на альтернативный вид топлива одного из крупнейших автотранспортных предприятий Оренбургской области с использованием разработанного программного средства.

Ключевые слова: альтернативное топливо, оптимальная стратегия, автотранспортное предприятие.

Транспортно-дорожный комплекс является одной из важнейших составных частей хозяйственного механизма, влияющей на состояние и развитие экономики. Одним из приоритетных направлений долгосрочного развития этого комплекса является стимулирование использования природного газа (сжатого природного газа – КПГ) в качестве моторного топлива [1], так как его производство характеризуется: низкой себестоимостью сырьевого газа; несложной технологией получения готового продукта; отсутствием отходов, что дает ему дополнительные преимущества перед нефтяными видами топлива [2, 3]. Процесс перехода на КПГ сопровождается значительными финансовыми затратами и не всегда является одномоментным. Поэтому для любой организации актуальна задача выработки стратегии перехода на КПГ и оценке ее экономической эффективности.

Под стратегией перевода автопарка будем понимать совокупность моментов перевода (номера месяцев) для каждой единицы техники. Под оптимальной будем понимать такую стратегию, при которой достигается минимальный расход средств (пределный бюджет) за минимально возможное время (общий период перевода) при равномерном распределении расходов по всему периоду.

В каждый период (месяц) организация несет следующие виды затрат на содержание рассматриваемой части автопарка: затраты на топливо, затраты на обслуживание и текущий ремонт, амортизация, затраты на переоборудования автотранспортных средств, прочие затраты (смазочные материалы, затраты на шины и т.д.).

Чтобы обеспечить равномерность затрат проведем классификацию автотранспортных средств, характеризующихся следующими показателями: вид техники, год выпуска, стоимость перевода, коэффициент использования (КИП) и ежемесячный пробег. В общем случае весь автопарк разбивается на k классов (k не должно быть достаточно большим). Проранжируем все классы следующим образом: в первый класс будут относиться те машины, перевод которых дает наибольший эффект (экономия от использования КПГ), в k -ый класс входят машины, перевод которых дает наименьший эффект (меньшая по сравнению с другими экономия от использования альтернативного топлива). Данная процедура может проводиться экспертно или стандартными методами многомерной классификации, при этом необходимо учитывать, что один из признаков, а именно вид техники, не является количественным. Другими особенностями данной задачи являются: небольшой, в общем случае, объем исходных данных (информации об автотранспортных средствах), закон распределения которых неизвестен, и отсутствие обучающей выборки. Поэтому для решения задачи классификации нами предлагается использовать самоорганизующиеся карты Кохонена, как инструмент «разведывательного» анализа данных, обеспечивающий выявление скрытых закономерностей [4]. Количество классов и их ранжирование осуществляется лицом, принимающим решение (ЛПР), на предварительном этапе.

Оптимальную стратегию будем искать как решение задачи:

$$T = \max_{i=1, \overline{N}} \{t_i\} \rightarrow \min, \quad (1)$$

$$B = \sum_{j=1}^T Z_j(t) = \sum_{j=1}^T Z_{j, \text{гор}}(t) + Z_{j, \text{оборуд}}(t) + Z_{j, \text{ТОиР}}(t) \rightarrow \min, \quad (2)$$

где N – количество автотранспорта к переоборудованию;

t_i – период перевода i -го автотранспортного средства, $i = \overline{1, N}$;

$Z_{j, \text{гор}}(t)$ – суммарные затраты в j -м месяце на топливо;

$Z_{j, \text{оборуд}}(t)$ – суммарные затраты в j -м месяце на переоборудование автотранспорта;

$Z_i^{\text{ТОиР}}$ – затраты на текущий ремонт и обслуживание автотранспортного средства, $i = \overline{1, N}$;

T – общий период перевода;

B – общий бюджет за рассматриваемый период.

Ограничения модели имеют вид:

$$Z_j(t) \leq B_j, \quad j = \overline{1, T}. \quad (3)$$

Предельное значение бюджета каждого месяца будет постоянно и определяться как некоторая часть от общего бюджета в соответствии с условием:

$$B_j = kB, \quad j = \overline{1, T}. \quad (4)$$

Затраты каждого месяца будут вычисляться следующим образом:

1) затраты на топливо:

$$Z_{j, \text{гор}}(t) = \sum_{i=1}^N \begin{cases} l_i \cdot NR_{\text{дт}, i}^1 \cdot P_{\text{дт}}, & t_i < j \\ l_i \cdot NR_{\text{дт}, i}^2 \cdot P_{\text{дт}} + l_i \cdot NR_{\text{кпп}, i} \cdot P_{\text{кпп}}, & t_i \geq j \end{cases} \quad (5)$$

где l_i – среднемесячный пробег i -го автотранспортного средства, $i = \overline{1, N}$;

$NR_{\text{дт}, i}^1, NR_{\text{дт}, i}^2$ – нормы расхода дизтоплива до и после переоборудования для i -го автотранспортного средства, $i = \overline{1, N}$;

$NR_{\text{кпп}, i}$ – норма расхода КПП для i -го автотранспортного средства, $i = \overline{1, N}$;

$P_{\text{дт}}$ – цена на дизтопливо;

$P_{\text{кпп}}$ – цена на КПП.

2) затраты на переоборудование:

$$Z_{j, \text{оборуд}}(t) = \sum_{i=1}^N \begin{cases} C_i, & t_i = j \\ 0, & t_i \neq j \end{cases}, \quad (6)$$

где C_i – стоимость комплекта газобаллонного оборудования и затрат на установку и мон-

таж для i -го автотранспортного средства, $i = \overline{1, N}$.

3) затраты на текущий ремонт и обслуживание автотранспорта будем оценивать [2]:

$$Z_{j, \text{ТОиР}}(t) = \sum_{i=1}^N \begin{cases} z_i^{\text{ТОиР}}, & t_i < j \\ z_i^{\text{ТОиР}} + \frac{0.3 \cdot (0.2C_i)}{12}, & t_i \geq j \end{cases}, \quad (7)$$

где $z_i^{\text{ТОиР}}$ – затраты на текущий ремонт и обслуживание автотранспортного средства, $i = \overline{1, N}$.

Поставленная задача имеет большую размерность и является многокритериальной. Для ее решения был предложен следующий интерактивный алгоритм.

Начальные значения бюджета и периода оцениваются ЛПП из практических соображений. Весь период разбивается на k подпериодов, соответствующих выделенным ранее классам. Для выбора текущей стратегии перевода используется метод имитационного моделирования, заключающийся в следующем. Случайным образом формируются различные варианты плана перевода (вектор t): момент времени для каждого автотранспортного средства генерируется датчиком равномерного распределения с учетом указанного класса, таким образом, что машины, вошедшие в первый класс, должны быть переведены в первую k -ю часть текущего значения общего периода перевода (в первый подпериод), машины k -го класса в последнюю k -ю часть (в последний подпериод). Для каждой варианты рассчитывается значение ее общего бюджета (2) и в качестве текущего выбирается план с наименьшим значением общих затрат. Для полученного плана сравниваются суммарные затраты с текущим бюджетом и при необходимости корректируются в сторону уменьшения или увеличения период перевода и бюджет таким образом, чтобы не превысить заданные предельные допустимые значения для бюджета и периода (B_{lim} и T_{lim}). При этом сравнение затрат и бюджета проводится с погрешностью ε : $B - Z(t) < \varepsilon$ и $Z(t) - B \leq \varepsilon$, так как допускается некоторое отклонение от текущего бюджета. Если не получается найти допустимый план при заданных предельных бюджете и периоде, то необходимо сократить число техники для перевода или увеличить предельный бюджет. Увеличение предельного бюджета на каждом шаге будет определяться как $B := bB$, где $b > 1$ коэффициент, характеризующий увеличение

текущего предельного бюджета. Сокращение парка будет происходить за счет сокращения последнего k -го класса, как наименее перспективного. Решение об исключении автотранспортных средств и изменении бюджета принимаются ЛПР.

Стоит отметить, что в качестве цен на КПП и дизтопливо (бензин) можно использовать как фиксированные, сложившиеся на текущий момент значения, так и прогноз цен, сделанный экспертами или полученный на основе моделирования временных рядов. Использование прогнозных значений цен позволит выбрать более гибкую к внешним условиям стратегию.

Описанный интерактивный алгоритм нахождения оптимального компромиссного решения относительно периода и бюджета реализован в программном средстве «Opt-Perevod». Разработанное программное средство не имеет аналогов и позволяет построить стратегию перевода для любого предприятия, имеющего автотранспортные средства. Рентабельность построенного плана может быть оценена по методу «денежных потоков» [5].

Предложенная процедура построения оптимальной стратегии перевода автопарка на альтернативный вид топлива была апробирована на одном из крупнейших автотранспортных предприятий Оренбургской области – ОАО «Оренбурггазпромтранс».

Из всего парка по техническим и возрастным характеристикам были отобраны 23 автотранспортных средства (для них переоборудование технически осуществимо и рентабельно). Данная выборка была разбита на 3 класса, кластеризация проводилась в пакете прикладных программ STATISTICA 8 на основе построения карты Кохонена. Проведем анализ и интерпретацию результатов.

В первый класс всего вошло 9 единиц автотранспортных средств, а именно пассажирские автобусы с высоким коэффициентом использования. Возраст автотранспорта около 5 лет. Во второй класс вошли также автобусы с высоким коэффициентом использования и высокой стоимостью перевода от 170 до 195 тыс. руб. Всего во второй класс вошло 10 единиц техники, возраст которой 5-7 лет. В третий класс вошло 4 единицы техники. В данный класс вошли менее востребованные легковые автомобили, специальные пассажирские автомобили. Возраст автотранспорта данного

Таблица 1. Помесячный план перевода автопарка на КПП

Номер месяца	Наименование автотранспорта к переводу
1	автобусы: ПАЗ 32053-07 – 7 ед., Mercedes TOURINO – 1 ед.
3	автобусы: ПАЗ 32053-07 – 1 ед.
4	автобус: НефАЗ 5299-01 – 1 ед.
5	автобусы: НефАЗ 5299-01 – 4 ед., Икарус 250 – 2 ед.
6	автобусы: НефАЗ 5299-01 – 2 ед.
7	автобусы: НефАЗ 5299-01 – 1 ед.
9	специальный: УАЗ 396255 – 1 ед.; легковой автомобиль: Волга Сайбер – 1 ед.
10	легковой автомобиль: Toyota Land Cruiser – 1 ед.
11	спец. пассажирский: УАЗ 220694-04 – 1 ед.

класса 3-4 года, а стоимость перевода колеблется в зависимости от вида техники.

Был получен следующий план перевода, приведенный в таблице 1. Период перевода составил 11 месяцев, общий бюджет организации на содержание рассматриваемой части автопарка составит 50 771 тыс. руб. Цена на КПП принималась стабильная, а прогноз цен на дизтопливо был построен на основе сезонной АРПСС (1,1,0) (1,0,0). По окончании перевода в ОАО «Оренбурггазпромтранс» ежемесячная экономия от использования природного газа в качестве моторного топлива составит около 310 тыс. руб. и будет определяться уровнем цен на дизтопливо.

Таким образом, нами была поставлена задача выработки поэтапного плана перевода автотранспортного предприятия на альтернативный вид топлива. Для ее решения предложена математическая модель в виде целочисленной задачи многокритериальной оптимизации с ограничениями на бюджет месяца и собственный интерактивный алгоритм построения оптимальной стратегии на основе имитационного моделирования, который позволяет получить компромиссный план перевода с минимальными затратами и минимальным периодом, учитывая ограничения на затраты в каждом месяце. На основе описанной методики был составлен план перевода части автопарка ОАО «Оренбурггазпромтранс» на КПП, расчеты осуществлялись с применением разработанного программного средства.

10.10.2011

Список литературы:

1. О неотложных мерах по расширению замещения моторных топлив природным газом [Электронный ресурс]: постановление Правительства РФ от 15 января 1993 г., №31 // ГАРАНТ. Платформа F1 Эксперт. – Версия 7.03.1.031. - М. : ГАРАНТ-СЕРВИС, 1990. – Режим доступа: локальная сеть Оренбург. гос. ун-та. – Дата обновления 16.09.11.
2. Морев, А. И. Переход автотранспорта на природный газ: норматив.-справ. пособие для рук. и специалистов автотранспорт. орг. /А. И. Морев, В. И. Ефанов, Б. А. Бекетов. - М. : ИРЦ Газпром, 1995. - 141 с.
3. Бондаренко, Е. В. Оценка экологической опасности и экономической эффективности эксплуатации автомобилей на альтернативных видах топлива / Е. В. Бондаренко, А. А. Филиппов // Вестник Оренбургского государственного университета. - 2004. - N 7. - С. 138-142.
4. Каллан, Р. Основные концепции нейронных сетей: пер. с англ. / Р. Каллан. - М. : Вильямс, 2001. - 287 с.
5. Ковалев, В. В. Методы оценки инвестиционных проектов / В. В. Ковалев. - М. : Финансы и статистика, 2003. - 144 с.

Сведения об авторах:

Ковалевский Владимир Петрович, профессор кафедры математических методов и моделей в экономике Оренбургского государственного университета, доктор экономических наук
Раменская Алина Владимировна, ассистент кафедры математических методов и моделей в экономике Оренбургского государственного университета
460018, г. Оренбург, пр-т Победы, д. 13, тел. (3535) 372444, e-mail: alina.ramenskaya@yandex.ru

UDC 519.862.5

Kovalevsky V.P., Ramenskaya A.V.

Orenburg state university, e-mail: alina.ramenskaya@yandex.ru

MODELLING OF THE ALTERNATIVE MOTOR FUELS HAULAGE COMPANY ALTERATION STRATEGY

The central problem of the article is the optimization of the alternative motor fuels haulage company alteration process. Mathematical model, interactive algorithm for integer multicriteria problem and author software are proposed. As a result optimal strategy for one of the largest haulage companies of Orenburg region is developed.

Key words: alternative motor fuels, optimal strategy, haulage company.

Bibliography:

1. «About urgent measures on expansion to replacement from motor fuel to natural gas» [Electronic resource] : The governmental order of the Russian Federation from 15th Febr. 1993, № 31// GARANT. Platform F1 Expert. -Version 7.03.1.031. – М.: GARANT-Service, 1990. –Access mode: Orenburg States University's local network. – Updating's date 16.09.112.
2. Morev, A. I. natural gas motor transport alteration: Standard-handbook for heads and experts of haulage companies/ A. I. Morev, B. I. Efanov, B. A. Beketov - M. IRZ Gazprom, 1995, – 141 p.
3. Bondarenko, E. V. Estimation ecological danger and economical efficiency exploitation of the alternative motor fuels vehicles / E. V.Bondarenko, A. A. Filipov // - 2004. - N 7. - P. 138-142.
4. Callan, R. The essence of neural network / R. Callan. - М.: Publishing house «Williams», 2001. - 287 p.
5. Kovalev, V. V. Evaluation methods for investment projects / V. V. Kovalev. - М. - Finances and statistics, 2003. - 144 p.