

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

В статье приводятся математическое и методическое обоснование повышения эффективности функционирования сложных автотранспортных систем, на основе рационального использования имеющихся ресурсов.

Ключевые слова: транспортные средства, автотранспортные предприятия, структура, автотранспортная система.

Автотранспортные системы представляют собой структуру и количество автотранспортных средств (ТС) отдельно взятого автотранспортного предприятия (АТП).

АТП различных форм собственности представляют собой сложную социально-экономическую и производственно-техническую систему, характеризующуюся следующими свойствами:

- большая размерность;
- сложностью выполняемых функций;
- иерархичность структуры;
- цельность;
- динамика;
- сложностью взаимодействия и взаимовлияния подсистем и элементов;
- признаки воздействия внешней среды;
- неопределенность информации о состоянии элементов в связи с непредсказуемыми воздействиями внешней среды во времени;
- наличие целей и ресурсов.

Назовем такие системы транспортными специализированными системами (ТСС), состоящими из подсистем:

- транспортные средства (ТС);
- транспортная работа (ТР);
- обслуживающий комплекс (ОК).

Принцип декомпозиции применим к исследованию систем, обладающих свойствами, благодаря которым разложение их оказывается удобным и целесообразным. ТСС представляет неограниченные возможности для разложения на отдельные подсистемы, координации – обмена информацией между этапами разных уровней (итеративное анкетирование) и периодического уточнения априорной информации (скользящее планирование).

При пространственной декомпозиции, автотранспортные предприятия разбиваются на вышеприведенные подсистемы. Здесь координация достигается путём итеративного обмена информацией с учетом информационного обеспечения, требуемой точности и достоверности решения, вычислительными возможностями.

Математически комплексная задача функционирования ТСС формулируется следующим образом (формула 1).

$$\sum_{t=1}^T \left\{ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^k \left[ \frac{ПЭР_{ijk}(t) + КЭР_{ijk}}{\Pi_{ij}(t)} + E_{н} \left( \frac{K_{иннокрj} \cdot \alpha(t) + K_{освj} \cdot \alpha(t) + K_{тсj} \cdot \alpha(t) + K_{трj} \cdot \alpha(t)}{N_{\sum_{ijk}}(t) \Pi_{ij}(t) \Gamma_{прij}(t)} + \frac{K_{прij} \cdot \alpha(t) + K_{тсij} \cdot \alpha(t) + K_{базij} \cdot \alpha(t)}{\Pi_{ij}(t) \Gamma_{опijk}(t)} \right) \right] \right\} \rightarrow \min \quad (1)$$

при ограничениях

$$\sum_{j=1}^m N_{\sum_{ij}}(t) \leq \sum_{j=1}^m \left[ N_{\sum_{ij}}(t) - C\Pi_{\sum_{ij}}(t) \right] + \sum_{j=1}^m ПБ_{\sum_{ij}}(t), \quad j = 1, m; t = 1, T;$$

$$\sum_{j=1}^m \Pi_{ij}(t) N_{привij}(t) \geq Q_{\Sigma}(t) \quad i = 1, n; t = 1, T;$$

$$\sum_{j=1}^m ПБ_{\Sigma_{ij}}(t) \geq \sum_{j=1}^m \Theta_{ij}(t) \times$$

$$\times [ПБ_{то,j}(t) + ПБ_{тр,j}(t) + ПБ_{\tau,j}(t)],$$

$$j = 1, m; t = 1, T;$$

$$\Theta_{ij}(t) = \begin{cases} 1, & \text{если } t - \tau \leq \left( \frac{W_j}{T_{нр год j}} - 1 \right) \\ 0, & \text{если } t - \tau > \left( \frac{W_j}{T_{нр год j}} - 1 \right) \end{cases}.$$

Обозначим:

$ПЭР$  – прямые эксплуатационные расходы;

$КЭР$  – косвенные эксплуатационные расходы;

$П$  – производительность парка;

$K_{нюкр}$  – капитальные вложения на научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки;

$T$  – срок эксплуатации автомобилей;

$K_{осв}$  – капитальные вложения на освоение новой техники;

$K_{\tau c}$  – затраты на приобретение транспортных средств;

$K_{\tau p}$  – затраты на выполнение транспортной работы;

$N_{\Sigma}$  – размерность парка (количество автомобилей);

$N_{прив}$  – размерность парка приведённая к одному типу ТС

$T_{нр}$  – время в наряде;

$T_{оп}$  – операционное время работы транспортных средств в году;

$K_{\tau p}$  – затраты на проектирование инфраструктуры;

$K_{стр}$  – затраты на строительство инфраструктуры;

$K_{оаз}$  – затраты на аренду ресурсов;

$ПБ_{\Sigma}$  – программа закупок;

$ПБ_{то}$  – программа закупок на техническое обслуживание;

$ПБ_{\tau p}$  – программа закупок на выполнение транспортной работы;

$ПБ_{р}$  – программа закупок на ремонт

$СП_{\Sigma}$  – количество списанных транспортных средств;

$Q_{\Sigma}$  – объём перевозок;

$\sum_{j=1}^m [N_{\Sigma_{ij}}(t) - СП_{\Sigma_{ij}}(t)]$  – остаток парка ТС (за счёт списанных ТС в  $t$ -ом году);

$W_j$  – срок службы (технический ресурс);

$\alpha(t)$  – коэффициент дисконтирования по времени;

$\alpha(t) = 1/(1+E_H)^t$ ,  $E_H$  – норматив приведения;

$\theta$  – коэффициент обновления парка;

$t$  – текущее время работы;

$\tau$  – рассматриваемый период эксплуатации.

Решение задачи оптимизации означает поиск и достижение оптимального соотношения параметров ТСС или обеспечение свойств и вида некоторых бизнес-функций системы, которые влияют на качество и результат функционирования ТСС. Оптимальность – обозначает наличие в системе наилучшего сочетания приемлемых свойств в соответствии с принятым критерием эффективности.

В нашей постановке – это структура и размерность парка транспортных средств (ТС) и структура управления автопредприятием. Обновление и выбор критерия заключается в том, что вне зависимости от состава и структуры критерия смысл оптимальности должен состоять в обеспечении максимальной прибыли.

При этом должны быть определены и иметь смысл следующие характеристики или условия задач оптимизации:

– критерии оптимизации в виде показателей качества, объединённых в общий критериальный показатель экономической эффективности;

– алгоритмы и расчетные схемы (методики) для оценки общего критериального показателя и проверки оптимальности;

– определение общего критериального показателя экономической эффективности при изменении аргументов, влияющих на изменение значения показателя эффективности (расчетные модели).

Устаревший парк ТС, изменение требований к характеристикам эксплуатируемой техники, отсутствие оборотных средств – таково состояние автомобильного транспорта на сегодняшний день. В этих условиях возрастает цена возможных ошибок при оценке эффективности применения транспортных средств. Одним из эффективных средств повышения качества оценки является использование методов системного анализа и исследования операций. Структурные и концептуальные модели автопредприятия как ТСС приводились в ранее опубликованных работах [1], [2] разбиением на модели структуры и размерности подсистемы. При-

ведена постановка задачи получения оптимального парка. Для связи технико-экономического критерия с главными характеризующими параметрами подсистем на базе созданные модели необходимы методики технико-экономической оценки. Применительно к автотранспортным системам можно сформулировать следующие положения:

– технико-экономическая оценка должна рассматриваться в неразрывной связи с выполняемыми ими задачами;

– оценку эффективности отдельного типа ТС следует вести, исходя из всей совокупности транспортных задач.

Оптимизация парка ТС – поиск и достижение оптимального соотношения параметров системы или обеспечение свойств и вида некоторых функций системы, которые влияют на качество и результат функционирования системы.

Целевая надежность – степень выполнения транспортной системой своего назначения.

Оценка эффективности применения ТС математически определяется только числами, сопоставление которых и позволяет выбрать предпочтительный вариант использования ТС. Поэтому вводим критерий, по которому оценивается эффективность. Таким критерием является функция, которая имеет определенное значение для данного типа ТС и заданная на числовой оси с размерностью принятой оценки эффективности.

Для описания и анализа (идентификации) бизнес-процессов АТП разработаны математические модели процессов функционирования автотранспортного предприятия, выявлены основные бизнес-процессы, оптимизация которых – суть совершенствования системы управления АТП. Доказано, что задачами перехода на технологии оптимизации бизнес-процессов АТП являются:

– оптимизация парка ТС;

– оптимизация организационных структур.

Таким образом, определена необходимость создания инструмента для идентификации вышперечисленных бизнес-процессов – построение структурной модели АПТ как специализированной системы.

В рамках данной работы реализован комплексный подход, объединяющий как целевые и организационные, так и экономические системы оценок. Разработанная методология оптимизации свойств и вида бизнес-функций, удовлетворяет оптимальному количеству и структуре парка автотранспортных средств.

Обозначен объект исследования АТП как сложная транспортная специализированная система, т. е. совокупность множеств, взаимосвязанных и взаимодействующих подсистем. Доказано, что число подсистем при оптимальной степени детализации равно трём: подсистема ТС; подсистема ТР; подсистема ОК.

20.08.2014

#### Список литературы:

1. Любимов, И.И. Методика формирования рациональной структуры подвижного состава автотранспортного предприятия: автореф. дис... канд. техн. наук: 05.22.10 / И.И. Любимов. – Оренбург, 2007. – 17 с.
2. Любимов, И.И. Модель автотранспортной сети региона (на примере Оренбургской области) / И.И. Любимов, Н.З. Султанов, И.Т. Ковриков // Вестник Оренбургского государственного университета, 2011. – №10 (129). – С. 32–37.

Сведения об авторах:

**Любимов Игорь Ильич**, доцент кафедры автомобильного транспорта  
Оренбургского государственного университета, кандидат технических наук, доцент  
460000, г. Оренбург, пр-т Победы, 149, ауд. 10202, тел. (3532) 912222, e-mail: lyubimovii@gmail.com

**Султанов Наиль Закиевич**, заведующий кафедрой систем автоматизации производства  
Оренбургского государственного университета, доктор технических наук, профессор  
460018, г. Оренбург, пр-т Победы, 13, ауд. 20413, тел. (3532) 372512, e-mail: sultanov@mail.osu.ru