



МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ ПОСТАВКИ ТРАНСПОРТНОГО И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ

Леонид НЕФЕДОВ, Наталья ФИЛЬ, Валерий ПИНСКИЙ
nefedovli@rambler.ru

*Леонид Нефедов, д. т. н, проф., Наталья Филь, к.т.н., доц., Валерий Пинский, Харьковский национальный
автомобильный университет, ул. Петровского 25, Харьков, fnu@hotmail.ru*
УКРАИНА

***Аннотация:** Рассматривается вопрос управления проектами поставки транспортного и технологического оборудования для предприятий, чтобы обеспечить минимизацию суммарных затрат на доставку оборудования от источников к потребителям.*

***Ключевые слова:** поставки, потребители, поставщики, маршрут, оборудование*

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Современные предприятия различных отраслей промышленности представляют собой сложные технико-экономические и технологические производственные комплексы, размещенные на значительных площадях и использующие труд тысяч работников. С учетом основной, побочной и вспомогательной продукции ассортимент продукции такого предприятия может достигать тысяч наименований. Сложная и многоэтапная технология производства требует четкой и согласованной работы подразделений и служб предприятия, а также отлаженных связей с большим числом поставщиков сырья, оборудования, а также заказчиков готовой продукции [1,2]. Появление большого количества разнообразных товаров и услуг повышает степень неопределенности спроса на них, обуславливает резкие колебания качественных и количественных характеристик материальных потоков, проходящих через логистические системы.

Создание конкурентоспособной продукции является сложным и многогранным процессом, требующим выполнения множества важных условий: эффективная организация процессов: планирования и подготовки производства,

непосредственно производства, маркетинговые исследования в поисках рынка сбыта продукции, непрерывные и своевременные поставки материалов и оборудования.

Одной из проблем является управление проектами поставки транспортного и технологического оборудования, необходимого для модернизации существующих и создания новых предприятий. Характерной чертой современных предприятий в условиях рыночной экономики является их уникальность и неповторимость, что требует индивидуального подхода и применения нестандартных решений. Общая схема поставки транспортного и технологического оборудования для предприятий включает в себя следующие этапы:

- ◆ определения сегмента рынка потребителей;
- ◆ определение меню предлагаемого транспортного и технологического оборудования;
- ◆ анализ запросов потребителей по номенклатуре, количеству, качеству, срокам поставки оборудования и т.д.;
- ◆ анализ источников необходимой продукции по номенклатуре, качеству и т.д.;

♦ генерация вариантов удовлетворения запросов потребителей и их оценка.

♦ определения эффективных вариантов удовлетворения запросов потребителей;

♦ анализ источников транспортировки оборудования и их транспортных средств;

♦ определение эффективных источников транспортировки: видов, типов и количества транспортных средств до мест доставки оборудования потребителям;

♦ определение транспортных маршрутов и сроков поставки оборудования;

♦ планирования пусконаладочных работ и ввода поставленного транспортного и технологического оборудования в эксплуатацию.

Решение этой проблемы выполняется в рамках госбюджетной тематики на кафедре автоматизации и компьютерно-интегрированных технологий Харьковского национального автомобильно-дорожного университета.

АНАЛИЗ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Существующие методы управления проектами поставки оборудования позволяет решать рассматриваемую задачу только по отдельным частям, то есть выбор транспортных средств, оптимальных маршрутов при уже известных типах товаров, мест доставки, расстояний между пунктами доставки [1,2]. При этом оптимизация управления проектами поставки оборудования в основном происходит за счёт выбора оптимального транспортного средства и минимизации транспортных путей, при известном типе и количестве груза, мест загрузки и выгрузки и расстояний между ними. Задачи управления поставками в основном рассматриваются с точки зрения оптимального размещения транспортно-экспедиционных организаций.

При этом не учитывается, что загрузка и разгрузка может происходить в нескольких местах на одном и том же маршруте. Не учитывается возможность использования транспортных средств самих отправителей или получателей. Используются обобщенные модели, которые математически очень трудно описываются и их решение с использованием традиционных методов сопряжено со значительными вычислительными трудностями.[1,2,3]

Таким образом, объектом исследования является математическая модель управления

проектами поставки оборудования для предприятий.

Предметом исследования модели является управления проектами поставки транспортного и технологического оборудования для предприятий.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Целью исследования является повышение эффективности управления проектами поставки транспортного и технологического оборудования для предприятий за счёт разработки новых и усовершенствования известных моделей управления ресурсами.

Для рассматриваемой системы характерны следующие особенности:

♦ наличие множества территориально рас-средоточенных абонентов, которые разделяются на грузоотправителей, грузополучателей или грузоотправителей и грузополучателей одновременно;

♦ разнообразие видов и характеристик транспортных средств;

♦ многообразии вариантов доставки.

В зависимости от функционального назначения могут быть заданы ограничения на технические характеристики оборудования, время доставки, тип и грузоподъемность транспортных средств и т.д.

Необходимо синтезировать систему, обеспечивающую минимизацию суммарных затрат на доставку транспортного и технологического оборудования от источников к потребителям. К такой постановке могут быть сведены задачи синтеза многих логистических систем, типичным представителем которых является система синтеза сети маршрутов от источника до указанных мест.

Рассмотрим формальную постановку общей задачи. Задано множество потребителей $P = \{P_\rho\}$ ($\rho = \overline{1, \rho'}$), места доставки $M = \{M_d^\rho\}$ ($d = \overline{1, d_\rho}$) (склады, предприятия и.т.д.) оборудования заданного вида β , ($\beta = \overline{1, \beta'}$), их количество и сроки поставки.

Известно множество источников $U = \{U_\gamma\}$ ($\gamma = \overline{1, \gamma'}$) необходимого оборудования, их функциональные и эксплуатационные параметры и характеристики, а также месторасположение.

Известно множество источников транспортировки $T = \{T_\varphi\}$ ($\varphi = \overline{1, \varphi'}$), их месторасположение и наличие у них разных транспортных средств $T_\tau = \{T_\tau^\varphi\}$ ($\tau = \overline{1, \tau_\varphi}$), с их параметрами, функциональными и экономическими характеристиками (габаритные размеры кузова, грузоподъемность, объем, скорость, покилометровая и почасовая оплата и т.д.). В качестве источников транспортировки могут выступать не только автотранспортные предприятия, но и источники оборудования, фирмы посредники и сами потребители при наличии у них соответствующих транспортных средств.

Заданы функциональные и экономические ограничения и критерии удовлетворения запросов потребителей.

$$(1) \quad W = \min \left\{ \sum_{\rho=1}^{\rho'} \sum_{d=1}^{d_\rho} \sum_{\gamma=1}^{\gamma'} \sum_{\beta=1}^{\beta'} C_{\rho d \gamma \beta} Y_{\rho d \gamma \beta} + \sum_{k=1}^k W_1(x_{ij}^k, \eta_i^k, z_\rho^k) + W_2(x_{ij}^k, \eta_i^k, z_\rho^k) \right\},$$

$$(2) \quad F = \min \left\{ \sum_{\rho=1}^{\rho'} \sum_{d=1}^{d_\rho} \sum_{\gamma=1}^{\gamma'} \sum_{\beta=1}^{\beta'} R_{\rho d \gamma \beta} Y_{\rho d \gamma \beta} + \sum_{k=1}^k P^k(x_{ij}^k, \eta_i^k, z_\rho^k) \right\}$$

где $C_{\rho d \gamma \beta}$ - стоимость единицы β -го вида оборудования от γ -го источника в d -е место доставки ρ -го потребителя;

$Y_{\rho d \gamma \beta}$ - количество β -го вида оборудования от γ -го источника в d -е место доставки ρ -го потребителя;

W_1^k, W_2^k - соответственно покилометровая и почасовая стоимость затрат на перевозку по k -му маршруту, зависящая от протяженности маршрута, времени стоянки транспортного средства в пунктах на маршруте, скорости транспортного средства и покилометровой и почасовой стоимости его эксплуатации.

$R_{\rho d \gamma \beta}$ - расстояние от γ -го источника β -го вида оборудования в d -е место доставки ρ -го потребителя; P^k - протяженность k -го маршрута доставки β -го вида оборудования; $x_{ij}^k, \eta_i^k, z_\rho^k$ - булевы переменные принимающие значения:

Необходимо определить:

♦ источники закупки необходимого транспортного и технологического оборудования и их количество;

♦ источники, типы транспортных средств и их число;

♦ сеть маршрутов доставки необходимого транспортного и технологического оборудования в заданные места и сроки.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для решения поставленной задачи разработана обобщенная модель, в которой нужно минимизировать стоимостный критерий (1) или критерий минимальной протяженности маршрутов доставки (2)

$$x_{ij}^k = \begin{cases} 1, & \text{если транспортное средство} \\ & \text{перемещается кратчайшим} \\ & \text{путём из } i - \text{го пункта в } j - \text{й} \\ & \text{на } k - \text{м маршруте,} \\ & i, j \in \{1, 2, \dots, n\}; \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases}$$

$$\eta_i^k = \begin{cases} 1, & \text{если } i - \text{й пункт входит} \\ & \text{в } k - \text{й маршрут; } i \in \{1, 2, \dots, n\}; \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases}$$

$$z_\tau^k = \begin{cases} 1, & \text{если } \tau - \text{й вид транспорта} \\ & \text{используется на } k - \text{м маршруте;} \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases}$$

Для каждого потребителя должны выполняться следующие ограничения:- в каждое место доставки d каждого потребителя ρ должно быть доставлено требуемое количество $N_{\rho d \beta}$ заданного вида оборудования β

$$(3) \sum_{\gamma=1}^{\gamma'} Y_{\rho d \gamma \beta} = N_{\rho d \beta}; d = \overline{1, d_{\rho}}; \rho = \overline{1, \rho'};$$

$$\beta = \overline{1, \beta_d};$$

- стоимость оборудования для каждого потребителя не должно превышать заданной величины $C_{\text{задан}}^{\rho}$.

$$(4) \sum_{d=1}^{d_{\rho}} \sum_{\gamma=1}^{\gamma'} \sum_{\beta=1}^{\beta_d} C_{\rho d \gamma \beta} Y_{\rho d \gamma \beta} \leq C_{\text{задан}}^{\rho}; \rho = \overline{1, \rho'};$$

-функциональные параметры и характеристики β -го вида оборудования для d -го места доставки ρ -го потребителя должно быть в заданных пределах $K_{\rho d \beta}^h, K_{\rho d \beta}^e$

$$\sum_{\gamma=1}^{\gamma'} K_{\rho d \beta}^h Y_{\rho d \gamma \beta} \leq \sum_{\gamma=1}^{\gamma'} K_{\rho d \gamma \beta} Y_{\rho d \gamma \beta} \leq \sum_{\gamma=1}^{\gamma'} K_{\rho d \beta}^e Y_{\rho d \gamma \beta}$$

$$; \beta = \overline{1, \beta_d}; d = \overline{1, d_{\rho}}; \rho = \overline{1, \rho'}, (5)$$

где $K_{\rho d \gamma \beta}$ - функциональный параметр (характеристика) β -го вида оборудования γ -го источника в d -е место доставки ρ -го потребителя.

Для каждого маршрута должны выполняться следующие ограничения:

- время прибытия транспортного средства $t_{\text{приб}}^k$ в последний пункт на k -м маршруте, зависящее от времени выхода транспортного средства на маршрут, времени его стоянок в пунктах доставки и загрузки, протяжности маршрута и скорости транспортного средства, не должно превышать допустимого времени прибытия транспортного средства в последний пункт доставки $t_{\text{дон}}^k$:

$$(6) t_{\text{приб}}^k(x_{ij}^k, \eta_i^k, z_{\rho}^k) \leq t_{\text{дон}}^k; k = \overline{1, k'};$$

- вес G^k перевозимых по k -м маршруту грузов не должен превышать допустимой грузоподъемности G_{τ} выбранного τ -го вида транспортного средства

$$(7) G^k(z_{\tau}^k) \leq G_{\tau}; k = \overline{1, k'}; \tau = \overline{1, \tau_{\phi}};$$

- суммарный объем V^k перевозимых по k -м маршруту грузов не должен превышать допустимой грузоподъемности V_{τ} выбранного τ -го ($\tau = \overline{1, \tau_{\phi}}$) вида транспортного средства

$$(8) V^k(z_{\tau}^k) \leq V_{\tau}; k = \overline{1, k'}; \tau = \overline{1, \tau_{\phi}};$$

- транспортное средство должно заезжать хотя бы один раз в каждый пункт множества-условия обслуживания всех пунктов заданного множества мест доставки

$$(9) \sum_{k=1}^{k'} \sum_{i \in I_k} \eta_i^k \geq n + k'; k = \overline{1, k'},$$

где I_k - множество пунктов доставки или загрузки k -го маршрута;

- для каждого маршрута доставки выбирается только один вид транспортного средства

$$(10) \sum_{\tau=1}^{\tau_{\phi}} z_{\tau}^k = 1; k = \overline{1, k'}.$$

Приведенная модель (1)-(10) относится к многоэкстремальным задачам дискретного программирования с булевыми переменными.

Однако её решение для логистической системы реальной размерности с применением известных классических методов сопряжено с значительными вычислительными трудностями.

Поэтому используем декомпозицию обобщенной математической модели на частные модели меньшей размерности. В основу декомпозиции положен принцип упорядочивания частных моделей таким образом, чтобы решение предыдущей модели было исходными данными для последующих.

ВЫВОДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Таким образом в статье получены следующие научные результаты.

Впервые разработана обобщенная математическая модель управления проектами поставки транспортного и технологического оборудования для предприятий, которая отличается от известных многокритериальностью, что дает возможность принимать решения с учётом всех требований потребителей.

Дальнейшее развитие модели заключается в декомпозиции общей математической модели на частные и установление иерархии (последовательности) их реализации.

ЛИТЕРАТУРА:

[1] Нефедов Н.А. “Логистика”. -Харьков: ХНАДУ, 1998. – 81 с.

[2] Калініченко О.П., Россолов О.В. Організація перевезень вантажів:– Харків: ХНАДУ, 2005. – 123 с.

[3] Основы логистики / Под ред. Л.Б. Миротина и В.И. Сергеева. – М.: ИНФРА- , 1999. – 200 с.

MATHEMATICAL MODEL BY THE MANAGEMENT THE PROJECTS OF DELIVERY OF TRANSPORT AND TECHNOLOGICAL EQUIPMENT FOR ENTERPRISES

Leonid NEFEDOV, Natalia FIL, Valery PINSKIY

*Harkov National University of Road Transport, Harkov,
UKRAINE*

***Abstract:** The question of management the projects of supplying with a transport and technological equipment is examined for enterprises, to provide minimization of total expenses on delivery of equipment from sources to the users.*

***Key words:** deliveries, users, suppliers, route, equipment*