

Выходы

1. Добыча угля относится к бизнесам с высоким уровнем риска.
2. При этом многие риски являются следствием неразвитости в России производственной и транспортной инфраструктуры, экономических, финансовых, банковских, страховых институтов.
3. Развитие исследований в области бизнес-рисков, а также создание и развитие риск-

менеджмента – это важное направление совершенствования управления угольным бизнесом.

4. Качественная и количественная оценка рисков позволяет владельцам угольного бизнеса моделировать его производственную, экономическую и финансовую структуру, способную «гасить» риски, в том числе за счёт развития «непрофильных» бизнесов и собственных экономических, финансовых и банковских институтов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. URL: <http://www.finam.ru/investments/research00001018E6/default.asp> (дата обращения январь, 2012 г.).
2. Шматко С.И. Об итогах реструктуризации и перспективах развития угольной промышленности // Материалы совещания у Председателя Правительства Российской Федерации В.В. Путина по вопросам развития угольной промышленности (24 января 2012 г., Кемерово).
3. Долгосрочная программа развития угольной промышленности России на период до 2030 года [Электр. ресурс]. – URL: http://www.rosugol.ru/upload/pdf/project_dp.pdf (дата обращения февраль, 2012 г.).

□ Авторы статьи:

Фридман
Юрий Абрамович,
докт. экон. наук, проф., главный
учен. сотр. Института экономики
и организации промышленного
производства СО РАН,
проф. каф. прикл. информ. техно-
логий КузГТУ
Тел. 8-3842-75-75-38

Речко
Галина Николаевна,
канд. экон. наук, ведущий
учен. сотр. Института
экономики и ОПП СО РАН,
доц. каф. прикл. информ.
технологий КузГТУ
E-mail: rgn.vt@kuzstu.ru

Алексеенко
Эдуард Владимирович,
канд. экон. наук,
зам. генерального дирек-
тора ОАО
«Кузбасская топливная
компания»
Тел. 8-3842-585860

Лямин
Алексей Юрьевич,
зам. генерального
директора ООО «Куз-
бассБелАвто»
Тел. 8-3842-346230

УДК 658.7

А.Ю. Тюрин, В.В. Зырянов

ДВУХЭШЕЛОННАЯ СИСТЕМА ДОСТАВКИ ПРОДУКЦИИ ПРЕДПРИЯТИЙ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Разнообразие форм и методов взаимодействия участников цепей поставок пищевой промышленности, нестационарность транспортных и производственных циклов, динамичность спроса и ограничение срока годности продукции порождают множество способов транспортного обслуживания в различных отраслях пищевой промышленности.

Многоканальность системы распределения товаров пищевых производств порождает использование мультишешлонной и, как ее частного случая, двухшешлонной системы доставки продукции автотранспортными средствами различной вместимости и грузоподъемности. Принципиальная схема такой системы показана на рис. 1.

В данной схеме предполагается использование дополнительных устройств (стационарных складов и автомобилей), которые являются накопителями продукции для ее дальнейшего продвижения по каналу сбыта.

Различные варианты маршрутизации уже отмечались в [1], где были представлены 9 вариантов транспортного обслуживания потребителей. Классическая задача маршрутизации предполагает, что каждый маршрут начинается и заканчивается на складе. Одной из причин возврата на склад является ограниченная грузоподъемность автомобиля. Когда автомобиль развозит все товары, он должен вернуться на склад за новой порцией товаров. Однако в некоторых случаях выгоднее произвести дозагрузку на маршруте, без возврата на склад, при помощи дополнительных транспортных средств (устройств) [2, 3, 4]. Типичным является случай, когда множество потребителей ожидают регулярных поставок от одного центрального поставщика.

Целью данной задачи является минимизация расходов на доставку товаров за определенный срок (возможно, что, учитывая расходы на вспомогательные автомобили, общая стоимость реше-

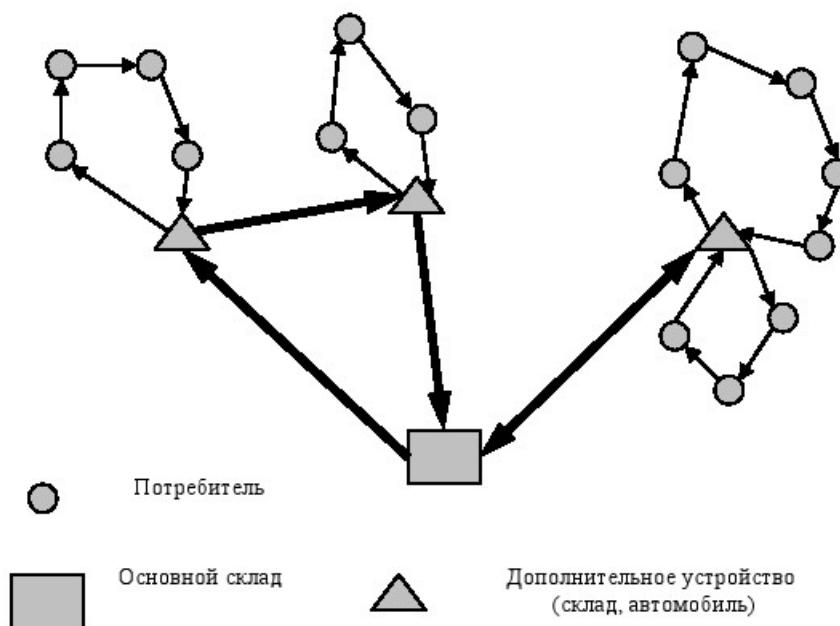


Рис.1 . Двухшаговая схема маршрутов доставки продукции с дополнительными устройствами

ния задачи в краткосрочной перспективе будет выше, чем, например, при решении классической задачи маршрутизации). В качестве ограничений задачи используется тот факт, что товар на складе клиента не должен заканчиваться.

Рассмотрим экономико-математическую модель задачи маршрутизации с дополнительными устройствами.

Параметры модели:

I – множество пунктов доставки грузов;

I_0 – множество пунктов доставки грузов и склада {0};

F – множество дополнительных устройств;

α – индекс дополнительного устройства или склада, который используется для перезагрузки.

F_α – множество дополнительных пунктов для перезагрузки;

n_α – количество дополнительных пунктов для перезагрузки;

$$\bar{n} = n + \sum_{\alpha=0}^s n_\alpha \quad \text{– число пунктов на сети;}$$

d_{ij} – расстояние между пунктами i и j ;

τ_{ij} – время движения между пунктами i и j ;

m – число автомобилей, доступных каждый день;

Q – вместимость автомобиля;

\hat{Q} – максимальное количество разрешенного остатка груза на автомобиле перед его дозагрузкой;

T – максимальное разрешенное время маршрута;

q_i – спрос пункта i ;

p_i – время обслуживания в пункте i ;

x_{ij} = 1 при переезде из i в j (иначе = 0);

y_j – остаток груза в автомобиле перед прибытием в пункт j ;

t_j – время обслуживания, начиная с пункта j .

С учетом приведенных обозначений экономико-математическая модель задачи сводится к минимизации суммы общего расстояния доставки:

$$\sum_{\substack{i,j=0 \\ i \neq j}}^{\bar{n}} d_{ij} x_{ij} \quad (1)$$

при ограничениях:

$$\sum_{\substack{j=0 \\ j \neq i}}^{\bar{n}} x_{ij} = 1 \quad i = 1, \dots, n \quad (2)$$

$$\sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n x_{ij} \leq 1 \quad i \in F_0 \cup \dots \cup F_s \quad (3)$$

$$\sum_{\substack{i=0 \\ i \neq j}}^n x_{ji} - \sum_{\substack{i=0 \\ i \neq j}}^n x_{ij} = 0 \quad j = 0, \dots, \bar{n} \quad (4)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{0j} \leq m \quad (5)$$

$$\begin{aligned} t_j &\geq t_i + \tau_{ij} x_{ij} - T_{ij} (1 - x_{ij}) \quad i \neq j; \\ i &\in I \cup F_0 \cup \dots \cup F_s; \\ j &\in I_0 \cup F_0 \cup \dots \cup F_s \end{aligned} \quad (6)$$

$$\max_{l \in I} (2\tau_{0l} + p_l) \leq t_0 \leq T \quad (7)$$

$$\tau_{0j} \leq t_j \leq T - (p_j + \tau_{j0}) \quad j = 1, \dots, n \quad (8)$$

$$\min_{l \in I} (\tau_{0l} + p_l + \tau_{lj}) \leq t_j \leq \max_{l \in I} (T - p_j + \tau_{jl} - p_l + \tau_{j0});$$

$$j \in F_0 \cup \dots \cup F_s \quad (9)$$

$$y_j \leq y_i - \bar{q}_i x_{ij} + \bar{Q}_i (1 - x_{ij}) \quad i \neq j;$$

$$i \in I \cup F_0 \cup \dots \cup F_s; \quad (10)$$

$$j \in I_0 \cup F_0 \cup \dots \cup F_s$$

$$q_j \leq y_j \leq Q \quad j = 1, \dots, n \quad (11)$$

$$0 \leq y_j \leq \hat{Q} \quad j \in F_0 \cup \dots \cup F_s \quad (12)$$

$$x_{ij} = \{0, 1\} \quad \forall i, j \quad (13)$$

где

$$T_{ij} = \begin{cases} T - \tau_{0j} - (p_j + \tau_{j0}), & \text{если } i \in I \\ T - \tau_{0j} - \min_l (p_l + \tau_{il} + p_l + \tau_{l0}), \\ \text{если } i \in F_0 \cup \dots \cup F_s, i \neq j, \\ j \in I_0 \cup F_0 \cup \dots \cup F_s \end{cases}$$

$$\bar{q}_i = \begin{cases} q_i, & \text{если } i \in I \\ -Q, & \text{если } i \in F_0 \cup \dots \cup F_s \end{cases}$$

$$\bar{Q}_i = \begin{cases} Q - q_i, & \text{если } i \in I \\ Q, & \text{если } i \in F_0 \cup \dots \cup F_s \end{cases}$$

Ограничения (2) гарантируют, что каждый клиент имеет точно одного преемника, который, возможно, был бы другим клиентом, дополнительным устройством или складом. Ограничения (3) гарантируют, что каждое дополнительное устройство будет иметь как минимум одного преемника. Ограничения (4) представляют ограничения баланса потока. Ограничения (5) – по количеству используемых автомобилей в день. Ограничения (6) определяют время обслуживания, начиная с пункта j . Ограничения (7) показывают время возврата автомобиля на склад. Ограничения (8) показывают время движения автомобиля от склада до пункта j . Ограничения (9) показывают минимально необходимое время движения автомобиля от склада до пункта j . Ограничения (10) определяют загрузку автомобиля перед посещением пункта j . Ограничения (11) определяют загрузку автомобиля, когда пункт j – потребитель. Ограничения (12) определяют загрузку автомобиля, когда пункт j – дополнительное устройство. Ограничения (13) – булевые ограничения.

Рассмотрим возможность применения двухэшелонной системы доставки на примере организации доставки мелкопартионных грузов различной номенклатуры потребителям ООО «Кока-кола

Эйч Би Си Евразия» г. Новокузнецк.

Номенклатура доставляемой продукции насчитывает более 100 наименований различных напитков, соков и других товаров. При этом готовая продукция упакована в картонные коробки и термоусадочную пленку с массой одного места от 3 до 12 кг.

Потребители предприятия (более 2000) дисперсно расположены на территории от Белово до Таштагола. Развоз готовой продукции по потребителям осуществляется автомобилями-фургонами различной вместимости и грузоподъемности. Данный факт позволяет гибко перераспределять подвижной состав по маршрутам доставки, причем конструктивные особенности каждого автомобиля влияют на варианты загрузки продукции и степень использования объема грузовика.

На первом эшелоне от основного склада до дополнительных устройств будет использоваться автомобиль большей грузоподъемности. На втором эшелоне от дополнительных устройств до конечных потребителей будут задействованы автомобили меньшей грузоподъемности.

В качестве дополнительного устройства в нашем примере используется автомобиль большей грузоподъемности, являющийся подвижным складом, с которого продукция перегружается на автомобили меньшей грузоподъемности. В дальнейшем автомобиль большей грузоподъемности может сам развезти остаток продукции по потребителям или вернуться обратно на основной склад.

В качестве выбора перегрузочных площадок рассмотрим потребителей, находящихся в таких пунктах как Белово, Гурьевск, Бачатский, Инской, Бабанаково, Каракан, Салаир, Малая Салаирка ввиду их удаленности от основного склада и относительно большой сосредоточенности.

В настоящее время данные населенные пункты обслуживаются одним автомобилем два раза в неделю. В среднем суточный пробег данного автомобиля составляет 450 км. Соответственно и время на линии составляет в среднем 14 часов, что в свою очередь негативно сказывается на общем времени обслуживания клиентов. Также это приводит к потере потенциальных клиентов, которые могут принимать товар только в определенные часы работы.

На первом этапе надо определить населенные пункты, в котором будет находиться площадки для перегрузки. Для решения данной задачи используем эвристический метод Ардолана [5], определяя для этого два населенных пункта (Белово и Гурьевск).

При дневном вывозе до 864 упаковок будет использоваться только один пункт перегрузки в Белово. В этом случае автомобиль большой вместимости загружается на основном складе в г. Новокузнецке и доставляет груз в Белово, где перегружает часть груза на нанятый грузовой автомо-

биль. Наемное транспортное средство будет обслуживать клиентов в населенных пунктах Гурьевск, Бачатский, Салаир и Малая Салаирка. Собственный автомобиль обслужит клиентов в Белово, Инском, Бабанаково и Каракане.

При дневном вывозе более 864 упаковок для перегрузки продукции будут использоваться Белово и Гурьевск. В этом случае автомобиль большой вместимости также загружается на основном складе в г. Новокузнецке и доставляет груз в Белово, где перегружает часть груза на нанятый грузовой автомобиль, затем переезжает в Гурьевск, где перегружает остаток продукции на наемный автомобиль и порожним возвращается в Новокузнецк. Наемные автомобили будут обслуживать клиентов в г. Гурьевске, Бачатском Салаире и Малой Салаирке – один в Белово, Инском, Бабанаково и Каракане – другой автомобиль.

Применение данной технологии доставки дает преимущество по следующим позициям:

- ✓ ускорение доставки к пунктам продажи за счет увеличения количества автомобилей;
- ✓ открытие возможности удовлетворять потребности клиентов, для которых особое значение имеет время доставки;
- ✓ снижение времени работы на линии собственного автомобиля на 35% путем передачи обслуживания части клиентов.

Минусы данной схемы обслуживания – это общее увеличение стоимости обслуживания кли-

ентов из-за привлечения наемного транспорта. Однако не стоит забывать о возможной прибыли с потенциальных клиентов.

В среднем себестоимость 1 машиночаса собственного автомобиля составляет 400 р., для наемного – 600 р. Получаем, что для схемы без использования второго эшелона доставки (прямая поставка потребителям) суточная стоимость обслуживания потребителей в данном регионе составит 5600 р. (14 ч × 400 р.). С применением второго эшелона и одного пункта перегрузки (Белово) она увеличится до 7200 р. (9 ч × 400 р. + 6 ч × 600 р.).

С внедрением схемы двухэшелонной доставки общие затраты увеличатся на 28%. Но несмотря на это, несомненно наблюдается выигрыш в качестве обслуживания клиентов за счет увеличения скорости доставки к пунктам продажи. Привлечение новых клиентов, которые до того не могли воспользоваться транспортными услугами из-за временного ограничения в приемке товара, дает дополнительный доход с продаж товаров в среднем 1500 р. на одного потребителя. Данный потенциальный доход с лихвой перекрывает дополнительные затраты на наемный транспорт. Также снижается время работы автомобилей на линии, что благоприятно будет сказываться на выполнении операций транспортно-экспедиционного обслуживания водителями, устранении ошибок в приеме и сдаче товара потребителям.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тюрин, А.Ю. Модели транспортного обслуживания в цепях поставок пищевой промышленности // Вестн. КузГТУ. – 2011. – №4. – С.89-92.
2. Angelelli E., Speranza M.G. The Periodic Vehicle Routing Problem with Intermediate Facilities // European Journal of Oper. Res. – 2002. – 137. – P. 233-247.
3. Svoronos A. Estimating the performance of multi-level inventory systems // Oper. Res. – 1988. – 36. – P. 57-72.
4. Verrijdt J., de Kok A. Distribution planning for a divergent n-echelon network without intermediate stocks under service restrictions // International Journal of Production Economics. – 1995. – 38. – P. 225-243.
5. Просветов Г.И. Математические методы в логистике: задачи и решения: учебно-практическое пособие. 2-е изд., доп. – М.: Альфа-Пресс, 2008. – 304 с.

□□ Авторы статьи:

Тюрин
Алексей Юрьевич,
канд. экон. наук, доц. каф.
автомобильных перевозок КузГТУ.
E-mail: alexturin07@rambler.ru

Зырянов
Владимир Васильевич,
докт. техн. наук, проф., зав.
каф. организации перевозок и до-
рожного движения Ростовского го-
сударственного строительного уни-
верситета. E-mail: opdrgsu@mail.ru

УДК 658.7

А.Ю. Тюрин, В.В. Зырянов

СОВМЕЩЕННЫЕ МОДЕЛИ ТРАНСПОРТИРОВКИ И УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ В ЦЕПЯХ ПОСТАВОК ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Существует 9 разновидностей задачи маршрутизации, которые зависят от ограничений и требо-

ваний, предъявляемых к системе доставки товаров пищевой промышленности [1]. Однако они не