

УПРАВЛЕНИЕ ЛОГИСТИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ

Постоянное расширение рынков сбыта, изменение ассортимента выпускаемой продукции, усложнение структуры перевозок различных товаров, увеличение количества и уменьшение размера партии поставок, необходимость сортировки, комплектации, укрупнения и хранения отгрузочных партий приводят к необходимости рассмотрения деятельности предприятия, фирмы в составе некоторой логистической системы, элементами которой помимо предприятия являются поставщики сырьевых материалов, перевозчики, склады и потребители.

В составе данной системы каждый элемент несет определенную долю затрат и решает задачи управления и оптимизации, направленные на удовлетворение своих личных и общих интересов. При этом поставщики, перевозчики, склады и производитель продукции стремятся увеличить свою прибыль за счет привлечения дополнительных объемов производства, транспортировки, грузопереработки, а потребители – получить готовую продукцию вовремя и с сохранением качественных свойств.

Рассмотренная выше логистическая система изображена на рис. 1.

Как отмечалось выше, каждый элемент (звено) логистической системы несет логистические издержки, размер которых зависит от вида логистических операций, последовательности прохождения материального потока через звенья системы, разветвленности самой системы и от многих других факторов. При расчете издережек учитываются всевозможные ограничения, особенности и условия взаимодействия звеньев логистической системы. Рассмотрим структуру логистических издержек подробнее.

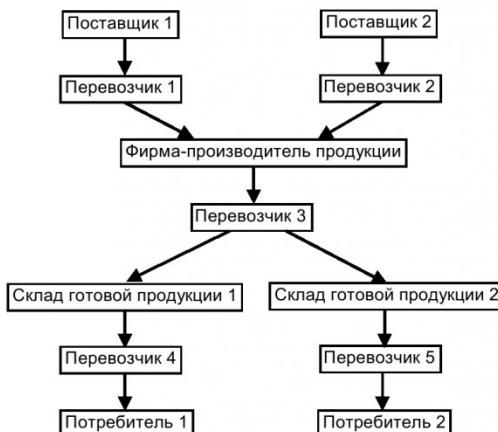


Рис. 1. Логистическая система поставок сырья и сбыта готовой продукции

1. Поставщики в логистической системе несут расходы на производство сырья, на хранение, на погрузку груза на транспортные средства (в зависимости от базисных условий поставок согласно Инкотермс-2000), а также другие расходы.

2. Перевозчики несут расходы по транспортировке, погрузке и разгрузке (например, на условиях EXW, FCA, CPT и DDP Инкотермс-2000), а также другие расходы (например, при проезде по платным дорогам).

3. Фирма-производитель несет расходы на закупку сырья у поставщиков, которые, в свою очередь, предоставляют скидки с ценами в зависимости от объема закупаемых товаров. Также фирма несет расходы на собственно производство готовой продукции, на хранение сырья и произведенных изделий, на погрузку в транспортные средства для доставки потребителям и прочие расходы.

4. Склады являются передаточным звеном

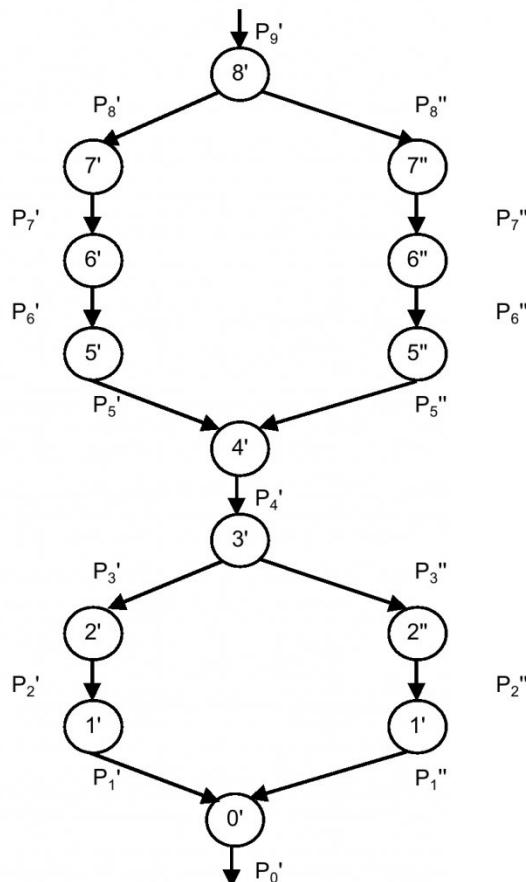


Рис. 2. Расчетная схема логистической системы

между производителем и потребителями. При этом они обрабатывают различные грузопотоки и несут расходы на погрузку и разгрузку транспортных средств, на хранение товаров, на сортировку, комплектацию, укрупнение и разукрупнение партий поставок.

Обобщая все вышеизложенное, построим математическую модель функционирования логистической системы. Представим технологию взаимодействия звеньев логистической системы в виде расчетной схемы (рис. 2). На схеме звенья системы, через которые проходит материальный поток, пронумерованы в обратном порядке.

При этом на схеме введены 2 фиктивных звена – звено 8' характеризует суммарный спрос потребителей 1 и 2 (соответственно звенья 7' и 7''), а звено 0' является начальной точкой расчета системы. Остальные звенья имеют следующую расшифровку:

- звенья 1' и 1'' – поставщики 1 и 2;
- звенья 2', 2'', 4', 6' и 6'' – перевозчики 1, 2, 3, 4 и 5 соответственно;
- звено 3' – фирма – производитель продукции;
- звенья 5' и 5'' – склады 1 и 2.

На рис. 2 через P_0' – P_9' (P_8'') обозначены состояния системы, которые в данной постановке будут обозначать время прохождения материального потока через соседние звенья логистической системы. В качестве управлений на стадиях процесса возьмем объем переработки (производства, транспортировки и сбыта) груза в звеньях системы.

Математическая постановка задачи

Обозначим через q'_k объем грузопереработки на k -й стадии прохождения материального потока по левой ветви в логистической системе (рис. 2), $k=1 \dots 8$, через q''_k – объем грузопереработки на k -й стадии по правой ветви, $k=1 \dots 8$, а через $g'_k(q'_k)$, $g''_k(q''_k)$ – минимальные затраты на обработку груза на k -й стадии по левой и правой ветвям соответственно. Отсюда целевая функция, которая минимизирует удельные издержки на грузопереработку во всех звеньях логистической системы, определяется выражением

$$L(q'_1, q'_2, \dots, q'_8, q''_1, q''_2, \dots, q''_8) = \\ = \sum_{k=1}^8 \{g'_k(q'_k) + g''_k(q''_k)\} / \sum_{k=1}^8 (q'_k + q''_k) \quad (1)$$

Задача может быть решена методом динамического программирования [1,2] по аналогии с моделью, рассмотренной в [3]. Для этого необходимо выявить уравнения процессов и определить технологические ограничения и параметры целевой функции.

Рассмотрим постановку задачи, в которой уравнения процессов прохождения материального потока описываются следующим образом:

- для этапов 1'-2':

$$f_s'(p_{s+1}', p_1'') = \min_{q_s'} \{g_s'(q_s') + f_{s-1}'(p_{s+1}' - x_s', p_1'')\} \quad s=1,2; \quad (2)$$

$$f_0'(p_1', p_1'') = 0 \text{ для всех } p_1', p_1''; \quad (3)$$

$$q_s'' = 0 \text{ для всех } p_s'', s=1,2; \quad (4)$$

$$0 \leq p_s' \leq p_{max}, s=1,2; p_1'' \text{ - параметр.} \quad (5)$$

- для этапов 1'-1'':

$$f_1''(p_3', p_2'') = \min_{q_1''} \{g_1''(q_1'') + f_2'(p_3', p_2'' - x_2'')\} \quad (6)$$

$$0 \leq p_2'' \leq p_{max}; p_3' \text{ - параметр.} \quad (7)$$

- для этапов 1'-2'':

$$f_2''(p_3', p_3'') = \min_{q_2''} \{g_2''(q_2'') + f_1''(p_3', p_3'' - x_3'')\} \quad (8)$$

$$0 \leq p_3'' \leq p_{max}; p_3' \text{ - параметр.} \quad (9)$$

- для этапов 1'-3'':

$$f_3'(p_4', p_4'') = \min_{q_3''} \{g_3'(q_3') + f_2''(p_4' - x_4', p_4'')\} \quad (10)$$

$$0 \leq p_4' \leq p_{max}; p_4'' \text{ - параметр.} \quad (11)$$

- для этапов 1'-4'':

$$f_4'(p_5', p_5'') = \min_{q_4', q_4''} \{g_4'(q_4') + g_4''(q_4'') + f_3'(p_5' - x_5', p_5'' - x_5'')\} \quad (12)$$

$$0 \leq p_5' \leq p_{max}; 0 \leq p_5'' \leq p_{max}. \quad (13)$$

- для этапов 1'-7':

$$f_s'(p_{s+1}', p_5'') = \min_{q_s'} \{g_s'(q_s') + f_{s-1}'(p_{s+1}' - x_{s+1}', p_5'')\} \quad s=\overline{5,7}; \quad (14)$$

$$0 \leq p_s' \leq p_{max}, s=\overline{5,7}; p_5'' \text{ - параметр.} \quad (15)$$

- для этапов 1'-5'':

$$f_5''(p_8', p_6'') = \min_{q_5''} \{g_5''(q_5'') + f_7'(p_8', p_6'' - x_6'')\} \quad q_5 \quad (16)$$

$$0 \leq p_6'' \leq p_{max}; p_8' \text{ - параметр.} \quad (17)$$

- для этапов 1'-7'':

$$f_s''(p_8', p_{s+1}'') = \min_{q_s''} \left\{ g_s''(q_s'') + f_{s-1}''(p_8', p_{s+1}'' - x_{s+1}'') \right\}$$

$$s = \overline{6,7}; \quad (18)$$

p_8' - параметр;

$$0 \leq p_s'' \leq p_{max}, s = \overline{6,7}. \quad (19)$$

- для этапов 1'-8':

$$f_8'(p_9', p_9'') = \min_{q_8'} \left\{ g_8'(q_8') + f_7''(p_9' - x_9', p_8'') \right\} \quad (20)$$

$$0 \leq p_9' \leq p_{max}; p_4'' - \text{параметр.} \quad (21)$$

Наряду с приведенными, используются следующие ограничения:

$$x_i' = q_i t_i'; x_i'' = q_i t_i''; i = \overline{1,8}. \quad (22)$$

$$\sum_{i=1}^8 q_i t_i' \leq p_{max}; \sum_{i=1}^8 q_i t_i'' \leq p_{max}. \quad (23)$$

$$q_{min}' \leq q_i' \leq q_{max}';$$

$$q_{min}'' \leq q_i'' \leq q_{max}''; i = \overline{1,8}. \quad (24)$$

В выражениях (2-24) используются следующие обозначения: t_i' , t_i'' - норма времени на переработку 1 т груза в соответствующем звене логистической системы, сут/т; p_{max} - лимит времени на доставку груза от поставщиков к потребителям в логистической системе, сут; q_{min}' , q_{max}' - соответственно минимальное и максимальное количество доступных ресурсов по левой ветви логистической системы (см. рис. 2); q_{min}'' , q_{max}'' - соответственно минимальное и максимальное количество доступных ресурсов по правой ветви логистической системы (см. рис. 2).

Функции затрат $g_k'(q_k')$ и $g_k''(q_k'')$ зависят от многих факторов и устанавливаются на практике исходя из сложившейся системы учета издержек на производстве, транспорте и в складском хозяйстве. В общем виде они могут быть описаны выражением вида $a + bq_k'$ (a – постоянные затраты, р.; b – переменные расходы, р./т), либо представлять собой ступенчатую зависимость (например, на транспорте) (рис. 3).

В качестве иллюстрации применимости модели рассмотрим следующий контрольный пример. Примем следующие исходные данные (все цены условные): объем спроса на готовую продукцию потребителя 1 – 10 т, потребителя 2 – 30 т; функция затрат поставщика 1 – $(18000 + 2000q_1')$, р., производственная мощность – 400 т/сут; поставщика 2 – $(6000 + 1500q_2'')$, р., производственная мощность – 500 т/сут; перевозчик 1 осуществляет транспортировку груза на расстояние 100 км, перевозчик 3 – на расстояние 50 и 150 км, перевозчик 4 – на 200 км, перевозчик 5 – на 50 км, все они имеют автомобили грузоподъемностью по 5, 10 и 20 т в количестве по 10 единиц и функции затрат 10, 12 и 14 р./км соответственно для 5, 10 и 20 –тонного автомобилей; перевозчик 2 осуществляет доставку груза в универсальных железнодорожных вагонах и имеет функцию затрат $((8 + 0,03q_2'') \cdot L_{жк} + 2000) \cdot K_{ваг}$ ($L_{жк} = 500$ км – расстояние перевозки по железной дороге, $K_{ваг}$ – количество вагонов с грузом, которое зависит от объема поставки); фирма-производитель готовой продукции имеет производственную мощность 40 т/сут и функцию затрат $(38000 + 4000q_3')$, р.; склады 1 и 2 осуществляют грузопереработку с производительностью 600 т/сут и хранение продукции по расценкам 3 и 4 р./т в сутки соответственно.

Результаты решения задачи

Таблица 1

Время доставки грузов от поставщиков к потребителям, сут	Объем грузопереработки по звеньям логистической системы, т										Стоимость грузопереработки по всей логистической сети, р./т
	Поставщик-1	Поставщик-2	Перевозчик-1	Перевозчик-2	Фирма-производитель	Перевозчик-3	Склад-1	Склад-2	Перевозчик-4	Перевозчик-5	
15	430	510	130	70	280	30/10	30	10	280	10	1546,21
16	830	510	130	70	280	30/10	30	10	280	10	1627,61
17	1230	510	130	70	280	30/10	30	10	280	10	1684,24
18	1630	510	130	70	280	30/10	30	10	280	10	1725,93
19	2030	510	130	70	280	30/10	30	10	280	10	1757,89
20	2430	510	130	70	280	30/10	30	10	280	10	1783,17

Примечание. Для перевозчика 3 в числителе указан объем доставки груза на склад 1, а в знаменателе – на склад 2.

Таблица 2

Результаты решения задачи для второго варианта

Время доставки грузов от поставщиков к потребителям, сут	Объем грузопереработки по звеньям логистической системы, т										Стоимость грузопереработки по всей логистической сети, р./т
	Поставщик-1	Поставщик-2	Перевозчик-1	Перевозчик-2	Фирма-производитель	Перевозчик-3	Склад-1	Склад-2	Перевозчик-4	Перевозчик-5	
15	450	50	150	190	300	50/ 150	50	50	500	500	1546,21
16	850	550	150	190	300	50/150	50	50	500	500	1627,61
17	1250	1050	150	190	300	50/150	50	50	500	500	1684,24
18	1650	1550	150	190	300	50/150	50	50	500	500	1725,93
19	2050	2050	150	190	300	50/150	50	50	500	500	1757,89
20	2450	2550	150	190	300	50/150	50	50	500	500	1783,17

Опираясь на эти данные были произведены расчеты доставки грузов в логистической системе в сроки 15-20 суток. Результаты решения представлены в табл. 1.

Анализ результатов табл. 1 показывает, что с увеличением общего срока доставки грузов от поставщиков к потребителям с 15 до 20 суток повышается стоимость грузопереработки 1 т груза, но при этом общий объем производства, транспортировки и переработки в сети также увеличивается. Сроки доставки влияют на объем выпуска продукции для поставщика 1 и не влияют на объемы грузопотоков для других звеньев логистиче-

ской системы. При этом объемы производства для поставщиков 1 и 2 завышены по сравнению с объемами транспортировки для перевозчиков 1 и 2, что позволит поставщикам привлекать других перевозчиков на этой стадии для доставки своей продукции на новые рынки сбыта. Аналогичная картина наблюдается и у фирмы-производителя, которая также должна привлекать дополнительные провозные мощности для доставки своей продукции. Помимо этого имеется также резерв провозной способности у перевозчика 4, который должен искать новых потребителей для освоения дополнительных транспортных потоков.

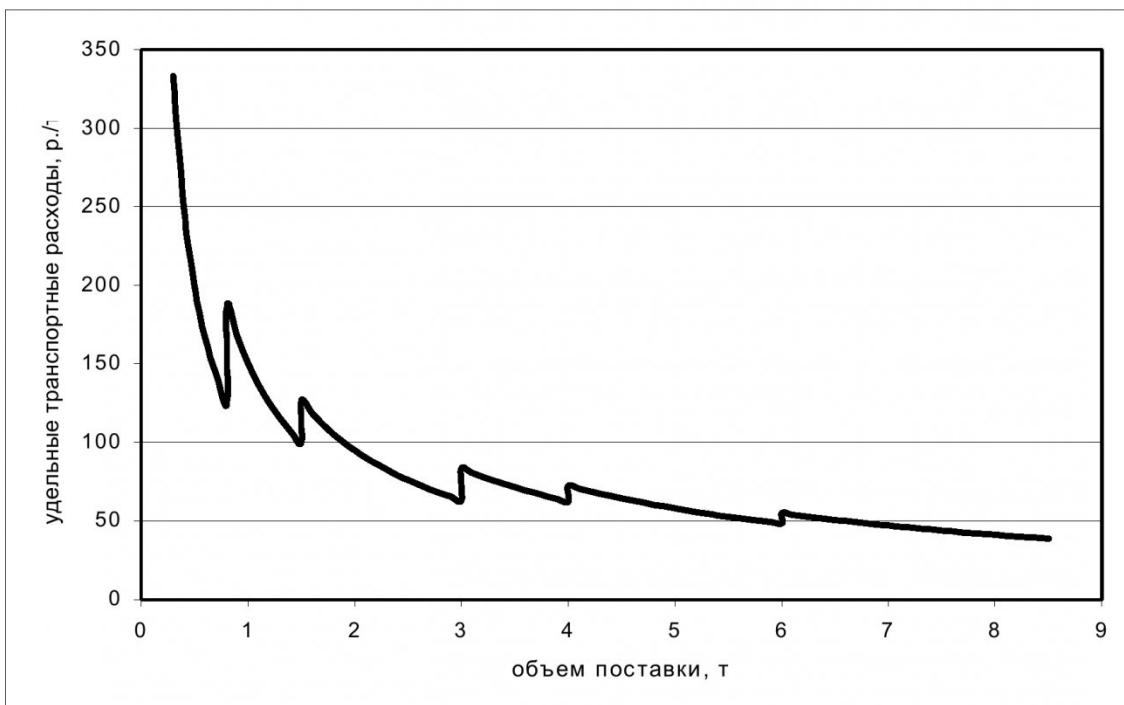


Рис. 3. График зависимости удельной стоимости перевозок (р./т) от объема поставки $q'_k (q''_k)$

Рассмотрим еще одну ситуацию функционирования логистической системы при объеме спроса на готовую продукцию потребителя 1 и потребителя 2 по 50 т, при которой функции затрат для остальных звеньев системы остаются такими же, как и в предыдущем примере. Результаты решения представлены в табл. 2.

Помимо аналогичного анализа результатов следует добавить, что общие сроки доставки влияют на объем выпуска продукции как для поставщика 1, так и поставщика 2. У перевозчиков 4 и 5 наблюдается резерв провозной способности, а перевозчик 3 должен привлекать дополнительных клиентов на правой ветви логистической системы (рис. 2). Также следует отметить, что ситуация общего срока доставки в 15 сут для поставщика 2 является неприемлемой, так как его объем производства (50 т) оказывается меньшим, чем объем транспортировки перевозчиком 2 (190 т), в связи с чем поставщик 2 должен изыскать резервы снижения своих издержек, либо необходимо увеличить общие сроки доставки грузов.

Выводы

В данной модели был рассмотрен условный пример оптимизации логистической системы для доставки грузов от поставщиков к потребителям. В реальной ситуации необходимо более точно определять функции затрат для звеньев системы доставки грузов, ограничения на пропускные и провозные способности участников логистической системы, а также учитывать критические сроки доставки товаров по контракту и многие другие факторы. Учет всех особенностей протекания процесса прохождения материального потока через звенья системы позволит выявить резервы производственных мощностей, пропускной и провозной способности и в целом повысить рентабельность деятельности элементов логистической системы, не приводя к увеличению удельных издержек доставки грузов по всей логистической цепи и не нарушая сроков поставок по контракту (договору).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беллман Р., Дрейфус С. Прикладные задачи динамического программирования: Пер. с англ. /Под ред. А.А. Первозванского. - М.: Наука , 1965. - 460 с.
2. Арис Р. Дискретное динамическое программирование. – М.: Мир, 1969. – 171 с.
3. Тюрин А.Ю. Выбор технологических схем грузопереработки в транспортных узлах. // Вестн. КузГТУ. - 2003. - №6. - С.85-89.

Автор статьи:

Тюрин
Алексей Юрьевич
– канд. экон. наук, доц. каф. автомобильных перевозок

УДК 519.812.5:656.072

М.Е. Корягин, Н.В.Куликова

ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ ПАССАЖИРОМ НА ОСТАНОВОЧНОМ ПУНКТЕ В СЛУЧАЕ ДВУХ ТИПОВ ТРАНСПОРТА

1. Введение

При организации перевозок городским пассажирским транспортом необходимо оценивать, как будут распределены пассажиропотоки между маршрутами. Требуется построить математическую модель поведения человека на остановочном пункте, так чтобы его выбор был обоснован с экономической точки зрения.

В этом случае необходим учет интересов не отдельного человека или группы, а всего потока пассажиров. Важным элементом, который требуется учитывать в данной модели, является экономическая оценка времени населения, точнее распределение стоимости времени пассажиропотока.

Исходя именно из экономической оценки времени, пассажир сознательно или бессознательно принимает решение о посадке в тот или иной вид транспорта. Он каждый раз отвечает на вопрос, что если подождать более дешевый вид транспорта? Или наоборот более быстрый?

Кроме того, пассажир учитывает при принятии решения, насколько тот или иной вид транспорта быстрее, какова частота его прихода на остановочный пункт.

2. Описание параметров и переменных

Рассмотрим поведение пассажиров на одном остановочном пункте в случае двух видов транспорта. В данном случае опишем основные параметры модели.