

УДК 658.566

## **УПРАВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛЬНЫМИ ПОТОКАМИ В ПРОЦЕССЕ ПРОДВИЖЕНИЯ ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ К ПОТРЕБИТЕЛЯМ**

**Ю.А. Негомедзянов, Г.Ю. Негомедзянов**

Тверской государственной университет, г. Тверь

В статье рассматриваются аспекты проблемы интеграции логистических цепей, концептуальная основа подхода к эффективному управлению материальными потоками в распределительной логистике. Предложен алгоритм выбора оптимального варианта распределения материального потока в процессе продвижения готовой продукции к потребителям.

***Ключевые слова:** распределительная логистика, взаимодействие, интеграция подсистем, материальный поток, алгоритм выбора оптимального варианта распределения*

С позиции теории систем современные организации, приобретающие в последнее время форму интегрированных объединений в виде корпоративных рыночных структур (например, холдинговые модели корпоративных структур металлургии и транспортного машиностроения) должны представлять из себя высокоорганизованные металогистические системы.

Металогистическая система состоит из следующих подсистем: подсистемы входа материального потока в систему (управление материальными и информационными потоками в процессе обеспечения бизнес - структуры материальными ресурсами); подсистемы продвижения материального потока в системе (управление материальными и информационными потоками в бизнес - структуре); подсистемы выхода материального потока из системы (управление материальными и информационными потоками в процессе выхода материального потока из системы, продвижения готовой продукции к потребителям).

Обеспечение условий эффективного выполнения основной функции металогистической системы – достижение «шести правил логистики» - возможно при сквозном управлении материальным потоком в системе, построенном на принципе взаимодействия, интеграции ее подсистем, объединении процессов управления материальным потоком на основе комплексного решения функциональных сгруппированных по принципу общности цели задач подсистем. Результаты комплексного решения функциональных задач подсистем металогистической системы позволят оценить степень

влияния задержек сквозного материального потока в каждой из подсистем на работу всей металлургической системы.

Функциональные задачи подсистемы входа материального потока в систему (управление материальными и информационными потоками в процессе обеспечения корпоративной структуры материальными ресурсами) с целью гибкого реагирования на быстро изменяющиеся приоритеты потребителя решаются в основном на базе использования плановых корпоративных систем – MRP системы.

Решение функциональной задачи подсистемы продвижения материального потока в системе (управление материальными и информационными потоками в корпоративной структуре) может быть обеспечено на базе разработки информационных систем с применением индивидуального программного обеспечения. Разработка таких IT-логистических систем требует глубокого анализа теоретических аспектов и существа проблемы управления материальными и информационными потоками в организации, а также предполагает разработку новых методических подходов к формированию и развитию системы управления материальными и информационными потоками в организации.

Одна из таких модификаций предложена авторами [6] с подробным изложением методологических, организационных, программных и нормативных основ автоматизированной оперативной с применением индивидуального программного обеспечения системы оптимального управления потоковыми процессами (ОУПП) – OMSP (optimal management of streaming processes) в производственных металлургических системах.

Рационализации управления материальными и информационными потоками в распределительной логистике (функциональные задачи подсистемы выхода материального потока из системы) в современной отечественной научной литературе уделяется в принципе большое внимание [1,2,4,5]. Однако, вместе с тем, приходится констатировать, что целый ряд вопросов, отражающих многообразие реальных процессов распределения готовой продукции, остается дискуссионным, а некоторые из вопросов вообще не решены.

Между тем важность и актуальность исследования вопросов управления материальными и информационными потоками в процессе продвижения готовой продукции к потребителям очевидны. Это вектор синхронизации процессов сбыта, хранения и доставки продукции потребителям; формирования ключевых межорганизационных связей в целях распределения, согласования интересов логистических посредников в распределительной системе, внедрения концепции SCM. Современная теория логистики включает распределение в структуру функционального управления предприятием. По данным зарубежных

исследований распределительная логистика «дает» порядка 40-45% общих резервов экономии средств за счет совершенствования процессов управления материальными и сопутствующими потоками. Издержки, связанные с распределением, составляет до 40% стоимости товара.

Решение функциональных задач подсистемы выхода материального потока из системы (рационализация управления материальными и информационными потоками в распределительной логистике, рационализация процесса физического распределения запасов готовой продукции в пространстве и времени) в принципе возможно с использованием DRP – системы. Система DRP – это распространения логики построения системы MRP на каналы дистрибуции готовой продукции.

Выполненный анализ показал необходимость углубления функциональности информационно – программного модуля DRP и то, что рационализация управления материальными и информационными потоками в распределительной логистике может быть обеспечена внедрением динамичного цикличного графика, координирующего организацию отгрузки, перевязочного процесса и процесса получения готовой продукции потребителями в распределительной сети в целом [7]. Сущность динамичного цикличного графика – в обеспечении грузоотправителем определенной последовательности отправления транспортных средств с готовой продукцией за счет цикличной в разрезе суток (рабочего времени суток) их отгрузки в адрес каждого конкретного потребителя – необходимое условие подвода транспортных средств к потребителям по согласованной зоне. Вместе с тем, установлено, что наиболее эффективно обеспечение интегрального взаимодействия подсистем распределительной логистики реализацией динамичного цикличного графика в условиях систем «производитель – дистрибьюторы, логистические распределительные центры», т.е. систем класса «склад - склад» со значительными запасами.

Между тем, как в динамичных, функционирующих в условиях большей экономической неопределенности взаимодействия поставщиков и потребителей, всеобщей неравномерности определяющих их процессов системах класса (условно так их назовем) «склад - потребность» с динамическими запасами методология обеспечения поддержания постоянного баланса между потребностями и поставками, интеграции локальных процессов в цепи создания добавленной стоимости несколько иная. Хотя бы потому, что в таких системах норматив транспортного обслуживания одних потребителей определяется жестко технологией потребителя - и тогда доставка расчетных объемов готовой продукции им осуществляется по принципу «точно в срок» (just in time), в соответствии с системой «быстрого

реагирования»; при этом гарантийные запасы у потребителей отсутствуют.

Другим потребителям доставка расчетных объемов готовой продукции осуществляется на основе системы фиксированного объема или фиксированного интервала.

Выбор оптимальной для конкретного потребителя модели предопределяется целым рядом факторов: функциональным циклом логистики снабжения конкретного потребителя, масштабом и сложностью функций снабжения, возможностью и необходимостью гибкой адаптации потребителя к непрерывно и быстро изменяющимся потребностям рынка.

Для таких сложных динамических систем особенно важна разработка с учетом специфики интегрированного системного подхода (задача минимизации издержек в равной степени интересует как отправителя продукции, так ее потребителя и транспорт) к реализации различных функций распределения; интегрированного взгляда на функцию распределения; принципов системной взаимосвязи всех функций и подфункций, образующих в совокупности функцию распределения; принципов снижения рисков несвоевременного обслуживания потребителей – создания дефицита товаров у них.

Другими словами, для сложных динамических распределительных систем необходима разработка новой концепции управления, направленной на формирование гибких, быстро реагирующих на индивидуальные обеспечения каждого потребителя – (отдельный проект) требования потребителей распределительных процессов, способствующих снижению логистических затрат в рамках динамичного спроса.

Указанная концепция предопределяет необходимость создания динамической модели поддержания стандартов рационального (надежность, качество, сервис) транспортного обслуживания потребителей (именно подсистема транспортного обеспечения обуславливает взаимосвязь между структурными элементами товарного рынка) – обеспечение получения потребителями товаров в необходимом объеме, соответствующего качества, ассортимента, в установленные сроки.

Очевидно, что определяющим, формирующим условия рационализации процесса продвижения готовой продукции к потребителям является вектор оптимизации распределения материального потока на стадии зарождения.

Представляется целесообразным в этой связи осуществить постановку задачи выбора оптимального варианта распределения материального потока в динамической логистической системе.

Пусть существует совокупность условий поставок готовой продукции от поставщика (компания производитель с автономной логистикой) к потребителям (доставка осуществляется автотранспортом):

$$K \Rightarrow \{A, B, P, T, C\} = //K_i//, (i=1 \dots m),$$

Где  $A = \{a_i\}$  – множество, характеризующее автомобили с готовой продукцией;

$B = \{b_i\}$  – множество, характеризующее требования потребителей к качеству их транспортного обслуживания;

$P = \{P_{ij}\}$  – множество, характеризующее пропускную способность транспортных коммуникаций;

$T = \{T_{ij}\}$  – множество, характеризующее время хода автомобилей к потребителям;

$C = \{C_{ij}\}$  – множество, характеризующее стоимостные параметры;

Каждая компонента вектора  $k = //K_i//$   $\{i=1, m\}$  может принимать значения  $\{K_{i \min} - K_{i \max}\}$

Конкретизируем постановку задачи.

Пусть со склада производителя  $O$  в период времени  $[t_0, T]$  необходимо отправить потребителям  $\Pi_1, \Pi_2, \dots, \Pi_m$  определенное количество автомобилей  $N_1, N_2, \dots, N_m$  ( $N_1 + N_2 + \dots + N_m = n+1$ ) с готовой продукцией.

Пусть известны моменты отправления автомобилей  $t_0, t_1, t_2, \dots, t_n = T$ ; известно время хода автомобилей к потребителям: с момента  $t_i$  потребителю  $\Pi_i \rightarrow \tau_{ij}$ .

Известен вектор затрат  $\bar{C}_{ij}$  на доставку груза потребителям  $\Pi_j$ . Известна также функция ущерба (потерь) от некачественного транспортного обеспечения потребителя  $\lambda_{ij}(t)$ , зависящая от времени  $t$  прибытия автомобиля в пункт  $k$  потребителю  $\Pi_j$  при его отправлении от отправителя в момент  $t_i$ , т.е.  $t = t_i + \tau_{ij}$

Функция потерь может быть задана определенным образом:

$\lambda_{ij}(t) \Rightarrow \{0; \alpha t; \beta t^2\}$  для различных потребителей, точнее нормативов их транспортного обслуживания; где  $\alpha = \{\alpha_i\}$ ;  $\beta = \{\beta_i\}$  – множество возможных стоимостных оценок потерь от некачественного транспортного обслуживания потребителей.

В качестве фундаментального инструмента – параметров, определяющих требования потребитель к качеству их транспортного обслуживания – в работе используются: количество и время выполнения маршрутов обслуживания потребителей на расчетный период  $\{T(I); I = \overline{1, N}\}$ ; экономически обоснованное допустимое опережение и запаздывание их реализации  $\{TP(I)_j; I = \overline{1, N}\}; \{TM(I)_j; I = \overline{1, N}\}$ .

Задача заключается в выборе такого направления отправки автомобиля с готовой продукцией в каждый конкретный момент  $t_i$ , чтобы условия выполнения основной функции распределительной системы были обеспечены с оптимальными суммарными затратами в цепочке распределения.

Пусть  $X_{ij}^k = 1$ , если автомобиль отправлен в  $\Pi_j$   
 0, если автомобиль не направлен в  $\Pi_j$

где  $k$  – порядковый номер автомобиля

Тогда необходимо минимизировать функцию  $F = \sum_{i,j} (\bar{c}_{ij} + \lambda_{ij}(t_i + \bar{\tau}_{ij})) x_{ij}^k$ ,  
 $i = \overline{0, n}; j = \overline{1, m}$  (1.1)

При этом на переменные  $X_{ij}^k$  налагаются определенные условия. Так как в момент  $t_i$  от пункта отправления отправляется только один автомобиль, то:

$$\sum_{j=1}^m X_{ij}^k = 1, i = \overline{0, n} \quad (1.2)$$

Необходимость обеспечения всего объема перевозок дает ограничение вида:

$$\sum_{i=0}^n X_{ij}^k = N_j, j = \overline{1, m} \quad (1.3)$$

Налагается также условие необходимости полного использования грузоподъемности автомобилей, но оно естественно.

Задача (1.1) – (1.3) – задача целочисленного линейного программирования. Нетривиальность ее в сущности постановки, выявлении вида функции ущерба (потерь) от некачественного транспортного обеспечения потребителя  $\Pi_j$ .

Динамическая форма его представления заключается в применении для приспособления исходного варианта распределения автомобилей с готовой продукцией к меняющимся условиям его организации алгоритмов ускоренной корректировки оптимального

решения задачи линейного программирования при изменении вектора нормативов транспортного обслуживания потребителей, функции потерь от некачественного транспортного их обслуживания, вектора ограничений функционала F.

Принципы действий по моделированию работы распределительной логистической системы в условиях экономической неопределенности взаимодействия поставщика и потребителей с использованием данных алгоритмов рассмотрим на конкретных примерах.

Пусть в момент  $t_i$  возникла необходимость отправить автомобиль конкретному потребителю  $\Pi_j$  (приоритет потребителя). В этом случае полагаем, что  $X_{ij}^k = 1$  и подставляем значение  $X_{ij}^k = 1$  в функцию F, а также в уравнение связи (1.2) – (1.3);

При этом уравнение (1.2), содержащее  $X_{ij}^k$  исключается, а все остальные переменные этого уравнения равны 0.

Если же в момент  $t_i$  отправка в пункт  $\Pi_j$  по каким-либо причинам запрещено (ограничения  $P\{P_{ij}\}$ ), то необходимо положить  $X_{ij}^k = 0$ , но уравнения связи все сохраняются.

Очевидно, что в любом из этих случаев значение  $\min F$  увеличится по сравнению со значением  $\min F$  при отсутствии приоритетов. Если приоритеты появились неожиданно в момент  $t \in (t_i, t_{i+1})$ , то необходимость пересчитать задачу для промежутка  $[t_{i+1}, T]$ .

В определенных условиях функции потерь от некачественного транспортного обслуживания потребителей не зависят от времени отправления автомобилей из пункта погрузки, т.е.  $t_i$ . Тогда они принимают вид  $X_j(t)$ , т.е. для каждого потребителя  $\Pi_j$  задаются на весь период оптимизации. В этом случае функция F принимает вид:

$$F = \sum_{i,j} (\bar{c}_{ij} + \lambda_j(t_i + \bar{t}_{ij})) x_{ij}^k, \quad l = \overline{0, n}, j = \overline{1, m} \quad (1.4)$$

и минимизируется при тех же условиях (1.2) и (1.3).

Особый интерес представляет задача, в которой время  $t_i$  отправления автомобилей с готовой продукцией не определено жестко и в которой необходимо выбрать  $t_i$ , при котором функции потерь от некачественного транспортного обеспечения принимает минимальное значение на множестве допустимых значений  $t_i$ . Т.е. критерий в

функционале будет другой; но требования потребителей к качеству их транспортного обслуживания удовлетворяются полностью.

Пусть, например, имеется интервал времени  $[a_i, b_i] \in [t_0, T]$  такой, что допустимо в качестве момента отправления  $i$ -того автомобиля с готовой продукцией принять любое значение  $t \in [a_i, b_i]$ .

Пусть далее

$$\min_{t \in [a_i, b_i]} \lambda_{ij} (t_i + \bar{\tau}_{ij}) = \lambda_{ij} (t_{ij} + \bar{\tau}_{ij}), j = \overline{1, m} \quad (1.5)$$

$$t \in [a_i, b_i]$$

Дальнейшее рассуждение выполним для задачи (1.1) - (1.3)

Рассмотрим функцию

$$F_i = \sum_{i,j} (\bar{c}_{ij} + \lambda_{ij} (t_{ij} + \bar{\tau}_{ij})) x_{ij}^k \quad (1.6)$$

и минимизируем ее при условиях

$$\sum_{j=1}^m x_{ij}^k = 1, i = \overline{0, n} \quad (1.7)$$

$$\sum_{i=0}^n x_{ij}^k = N_j, i = \overline{1, m}$$

Если в полученном оптимальном плане будет  $x_{ij0}^k = 1$ , то полагаем

$$t_i = t_{ij0}$$

При любом другом выборе моментов отправления будет  $F \gg F_i$

Таким образом, принятие решений об управлении материальными потоками в процессе продвижения готовой продукции к потребителям на базе использования предлагаемой модели позволяет обеспечить снижение рисков некачественного транспортного обслуживания потребителей, отказа поддержания баланса между потребностями и поставками, создания дефицита товаров и потребителей, что гарантирует снижение логистических затрат в рамках динамического спроса..

### Список литературы

1. Аникин.Б.А., Тяпухин А.П. Коммерческая логистика- М: ТК Велби. Из-во Проспект, 2006 - 432с.
2. Горчелс Л., Мариен Э., Уэст Ч. Управление каналами дистрибуции. - М: Издательский дом Гребенникова, 2005 – 248с.
3. Данциг Дж. Линейное программирование, его применение и обобщение –М: Прогресс, 1966 - 599с.

4. Карстен Д., Пегуль Ю. ECR. Эффективное взаимодействие с потребителями – Интеграция логистических цепей/ Пер. с нем. – М: КИА центр, 2006 - 120с.
5. Костоглодов Д.Д., Харисова А.М. Распределительная логистика. Ростов н/д.: Экспертное бюро, 2008 - 127с.
6. Негомедзянов Г.Ю. Система оптимального управления материальными и информационными потоками в производстве, ориентированном на реализацию концепции логистики // Негомедзянов Г.Ю.// Логистика и управление цепями поставок . 2010 – N5, С. 6-10
7. Негомедзянов Ю.А., Негомедзянов Г.Ю. Углубление функциональности информационно- логистической концепции RP //Негомедзянов Г.Ю.//Логистика и управление цепями поставок – 2012, N1(48) , С.26-30

## MANAGEMENT OF MATERIAL FLOWS DURING PROMOTION OF FINAL PRODUCT TO CONSUMERS

Y.A. Negomedzyanov, G.Y. Negomedzyanov

Tver State University

The article discusses aspects of the problem of integration logistics chains, conceptual basis of approach to effective management of material flows in distribution logistics. Algorithm for selecting the optimal variants of distribution material flow during promotion of final product to consumers.

**Keywords:** *distribution logistics, cooperation, integration of subsystems, material flow, algorithm of optimal variant of the distribution*

*Об авторах:*

НЕГОМЕДЗЯНОВ Юрий Акимович – доктор технических наук, профессор кафедры менеджмента Тверского государственного университета, e-mail: akim638@mail.ru

НЕГОМЕДЗЯНОВ Герман Юрьевич – кандидат экономических наук, кафедра менеджмента Тверского государственного университета, e-mail: akim638@mail.ru