

УДК 65.015.12

М. Н. КОВАЛЁВ, кандидат экономических наук, доцент, Гомельский филиал Международного университета «МИТСО»

## УПРАВЛЕНИЕ ЦЕПЯМИ ВНУТРЕННИХ ПОСТАВОК ДЕТАЛЕЙ

Выделены особенности логистической системы (ЛС) машиностроительного предприятия. В качестве функциональных подсистем ЛС названы закупочная, производственная, распределительная и сервисная логистики. Уточняется роль производственной логистики в ЛС предприятия. К обеспечивающим подсистемам ЛС отнесены логистика запасов, складская, транспортная, информационная и финансовая логистики. Изложена математическая модель и разработан алгоритм оперативного управления цепями поставок деталей в основном производстве.

**Р**азвитие экономики Республики Беларусь предполагает неуклонное повышение эффективности деятельности составляющих её элементов на микроуровне – предприятий. Важную роль в этом направлении играет внедрение логистических методов управления.

К сожалению, в специальной литературе недостаточно внимания уделяется «внутренней» логистике предприятия – области знания об управлении материальными потоками в процессе производства товаров. А ведь производственная логистика активно участвует в создании потребительской стоимости.

Широко известная концепция SCM (Supply Chain Management – «управление цепью/цепями поставок») предполагает, как правило, выполнение функций планирования, организации и контроля «внешних цепей» поставок, звеньями которых являются поставщики сырья и материалов, изготовители продукции, посредники и потребители товаров. Д. Ламберт и Дж. Сток так определяют это понятие [1, с. 51]: «управление цепями поставок – это интегрирование ключевых бизнес-процессов, начинающихся от конечного пользователя и охватывающих всех поставщиков товаров, услуг и информации, добавляющих ценность для потребителей и других заинтересованных лиц. По их мнению, управление цепями поставок – это интеграция восьми ключевых бизнес-процессов» [1, с. 62–66].

Анализируя логистическую систему (ЛС) микроуровня [2], в процессе её декомпозиции можно выделить множество взаимосвязанных звеньев, обеспечивающих внутренние материальные потоки. Так, в процессе изготовления продукции на промышленном предприятии детали и узлы перемещаются в основном производстве из цеха в цех, с участка на участок, от одного рабочего места к другому и проходят обработку в соответствии с технологическими маршрутами. Эти маршруты представляют собой множество цепочек, звеньями которых являются производственные подразделения и рабочие места. Началом таких цепей внутри предприятия являются склады сырья, материалов и комплектующих изделий, заключительным звеном – склады готовой продукции. По сути, в процессе производства осуществляется множество взаимосвязанных поставок, такие поставки будем называть внутренними, а совокупности производственных звеньев – *цепями внутренних поставок*.

Одной из важнейших задач производственной логистики в серийном промышленном производстве является управление межцеховыми поставками деталей и сборочных единиц

(*управление цепями внутренних поставок*), целью которого является обеспечение непрерывного хода производства и минимизация запасов НЗП (незавершенного производства) с тем, чтобы повысить оборачиваемость оборотных средств и эффективность предприятия в целом.

Нами ставилась цель изучения производственной логистики ЛС машиностроительного предприятия, разработки модели и алгоритма управления материальными потоками в основном производстве.

**Особенности логистики промышленного предприятия.** Логистические системы промышленных предприятий относятся к микрологистическим системам, они обладают рядом особенностей, которые следует учитывать в логистическом менеджменте в условиях планомерного развития, а также при принятии антикризисных мер. Например, логистическая система такого крупного машиностроительного предприятия, как завод «Гомсельмаш», характеризуется множеством и сложностью материальных потоков, что обусловлено:

- значительными масштабами производства и продаж;
  - многочисленностью поставщиков, посредников и потребителей и их территориальной удалённостью;
  - большой номенклатурой сырья, материалов и комплектующих изделий;
  - разнообразием применяемых производственных технологий;
  - огромным количеством деталей и сборочных единиц, применяемых в изделиях;
  - сложностью межцеховых и внутрицеховых маршрутов движения деталей;
  - необходимостью обеспечивать предпродажное и послепродажное обслуживание товаров.
- Следовательно, к важнейшим функциям логистики в машиностроении следует отнести:
- доставку сырья, материалов, комплектующих изделий и инструмента на предприятие, их хранение и распределение;
  - перемещение предметов труда в процессе производства продукции между цехами, участками, рабочими местами;
  - обеспечение сохранности готовой продукции, её распределение по звеньям сбытовой сети;
  - доставку материалов, запасных частей и инструмента, необходимых для осуществления технического обслуживания реализованных товаров, потребителям и сервисным центрам.

Отсюда вытекает, что *функциональными подсистемами* ЛС машиностроительного предприятия являются:

- закупочная логистика;
- производственная логистика;
- распределительная (сбытовая) логистика;
- сервисная логистика.

К *обеспечивающим подсистемам* ЛС отнесем логистику запасов, складскую, транспортную, информационную и финансовую логистику, которые призваны «обслуживать» материальные потоки на всех стадиях снабжения, производства и потребления.

Целью производственной логистики является обеспечение непрерывности производственного процесса и сокращение затрат на хранение и перемещение сырья, материалов, полуфабрикатов, инструмента, приспособлений и тары.

В [3] обозначены задачи производственной логистики. Важнейшими из них являются:

- хранение деталей, инструмента, узлов и полуфабрикатов на промежуточных складах, в цехах и на рабочих местах;
- межцеховые поставки и внутрицеховое перемещение предметов труда, доставка инструмента к рабочим местам, перемещение тары;
- сокращение длительности производственного цикла изготовления продукции;
- повышение коэффициента загрузки оборудования;
- определение параметров запасов незавершенного производства и инструмента;
- оперативный учет и контроль в основном и вспомогательном производстве.

Одной из наиболее сложных из перечисленных задач является задача оперативного управления межцеховыми поставками деталей и сборочных единиц в основном производстве.

**Управление цепями поставок деталей в серийном производстве.** Одним из методов оперативного управления основным производством в машиностроении является метод подетального планирования и контроля межцеховых поставок деталей и узлов. Основными источниками информации при этом являются:

- номенклатурный план производства;
- применимость деталей, сборочных единиц в изделии (состав изделия);
- технологический маршрут изготовления деталей, сборочных единиц;
- подетальные материальные нормы;
- нормативы межцеховых запасов деталей, сборочных единиц;
- оперативные данные о межцеховых поставках деталей, сборочных единиц;
- производственный календарь.

Ниже представлена реализованная нами модель указанного метода.

Плановое количество деталей, сборочных единиц для выполнения производственной программы определяется на основе номенклатурного плана производства с учетом применимости деталей и узлов в изделиях:

$$Q_i = \sum_{j=1}^n P_j k_{ij}, \quad (1)$$

где  $P_j$  – план производства  $j$ -го изделия;  $k_{ij}$  – применимость  $i$ -й детали в  $j$ -м изделии;  $n$  – количество номенклатурных позиций.

Потребность предприятия в основных материалах на выполнение производственной программы

$$M_l^P = \sum_{i=1}^m R_{li} Q_i, \quad (2)$$

где  $R_{li}$  – норма расхода  $l$ -го материала на  $i$ -ю деталь.

Потребность цехов в основных материалах определяется также на основе подетальных материальных норм (для первого цеха по маршруту изготовления детали).

На основе технологических маршрутов изготовления деталей определяется план поставок по цепочке цехов, которые участвуют в производстве  $i$ -й детали:

$$\text{Цех}_1 - \text{Цех}_2 - \text{Цех}_3 - \dots - \text{Цех}_q. \quad (3)$$

Для этого в базе данных (БД) для каждой  $i$ -й детали формируется  $q - 1$  запись (таблица 1) в соответствии с цепочками: каждый цех, получающий незавершенную деталь от цеха-поставщика, в следующем звене цепочки становится поставщиком для следующего цеха; и так до тех пор, пока деталь не станет составной частью сборочной единицы либо изделия.

Таблица 1 – Фрагмент базы данных «План производства деталей, сборочных единиц»

ДСЕ	Цех-поставщик	Цех-получатель	Количество
$i$	Цех <sub>1</sub>	Цех <sub>2</sub>	$Q_i$
$i$	Цех <sub>2</sub>	Цех <sub>3</sub>	$Q_i$
$i$	...	...	$Q_i$
$i$	Цех <sub>q-1</sub>	Цех <sub>q</sub>	$Q_i$

Суточный план производства  $i$ -й детали определяется пропорционально количеству рабочих дней в плановом периоде:

$$Q_i^{PS} = \frac{Q_i}{D}, \quad (4)$$

где  $D$  – количество рабочих дней в периоде.

Плановое количество деталей, сборочных единиц на месяц

$$Q_i^{PM} = Q_i^{PS} D_M, \quad (5)$$

где  $D_M$  – количество рабочих дней в месяце.

Фактически произведенное с начала месяца  $Q_i^{FM}$  и переданное в следующий цех по маршруту количество  $i$ -х деталей ежедневно накапливается в базе данных:

$$Q_i^{FM} = Q_i^{FM} + Q_i^{FS}, \quad (6)$$

где  $Q_i^{FS}$  – фактически сдано деталей за сутки.

В случае выявления бракованной продукции в производстве на основе актов о браке фактически произведенное количество  $i$ -х деталей с начала месяца  $Q_i^{FM}$  уменьшается на соответствующее количество бракованных деталей  $R_i$  по всей цепочке цехов, предшествующих цеху, в котором обнаружен брак:

$$Q_i^{FM} = Q_i^{FM} - R_i. \quad (7)$$

Если выявлена бракованная сборочная единица, то сначала она подлежит разузлованию с целью выявления деталей и количества деталей, входящих в узел. Разузлование осуществляется с помощью спецификаций изделий. Затем по всем деталям, входящим в бракованный

узел, по всем маршрутам изготовления этих деталей также уменьшается фактическая сдача  $i$ -х деталей с начала месяца  $Q_i^{FM}$  на количество бракованных деталей.

Для оценки выполнения планов межцеховых поставок ежедневно рассчитывается обеспеченность плана производства деталями и узлами в днях:

$$B_i = \frac{Q_i^{FM} + N_i - Q_i^{PS} D_t}{Q_i^{PS}} - Z_i, \quad (8)$$

где  $N_i$  – перевыполнение плана поставок прошлого месяца (недовыполнение плана – со знаком «минус»);  $D_t$  – количество отработанных дней с начала месяца;  $Z_i$  – задел (страховой запас) деталей, сборочных единиц, дн.

Особому контролю в цепи поставок подлежат «отстающие» позиции, т. е. детали и узлы с отрицательной и нулевой обеспеченностью ( $B_i \leq 0$ ).

По окончании месяца пересчитывается перевыполнение-недовыполнение плана поставок месяца  $N_i$  как разность между фактическим количеством сданных по маршруту деталей и их плановым количеством с учётом недодела прошлого месяца:

$$N_i = N_i + Q_i^{FM} - Q_i^{PM}, \quad (9)$$

а  $Q_i^{FM}$  (фактическая сдача деталей за месяц) и  $Q_i^{FS}$  (фактическая сдача деталей за сутки) во всей базе данных обнуляются.

Один раз в году по результатам инвентаризации остатков незавершённого производства уточняется перевыполнение-недовыполнение плана поставок деталей  $N_i$  по всем цехам в соответствии с маршрутами.

В таблице 2 представлен общий алгоритм реализации данной модели в условиях автоматизированной обработки информации.

Данный метод, позволяющий работникам ПДО осуществлять непрерывное управление основным производством, реализован в подсистеме оперативного управления основным производством автоматизированной информационной системы «Гомсельмаш».

В силу своей сложности и информационной насыщенности оперативное управление основным производством на крупных предприятиях требует постоянного совершенствования, основными направлениями которого могут быть:

- внедрение логистических подходов к управлению в основном производстве;
- оптимизация запасов НЗП;
- совершенствование организации основного производства;

Получено 05.01.2013

**M. N. Kavaliov.** Internal Supply Chain Management of details.

The features of the logistic system (LS) of an engineering enterprise are singled out. Purchasing, production, distribution and service logistics are the functional subsystems of LS. The role of logistics in the logistic system of the enterprise is clarified. Subsystems that provide LS are classified. Logistics stockpiles, storage, transport, information and financial logistics are defined. The mathematical model and algorithm of the operational management of supply chains of parts are presented in the main production.

- разработка альтернативных моделей управления цепями поставок деталей;
- совершенствование программного и технического обеспечения;
- повышение оперативности информации о межцеховых поставках.

Таблица 2 – Укрупнённый алгоритм оперативного управления межцеховыми поставками

Номер блока	Информационный процесс
1	Ввод расчётной даты
2	Если это первый рабочий день месяца, то выполнить переход к блоку 3, иначе перейти к блоку 9
3	Расчёт итоговой обеспеченности за месяц $B_i$ , выдача выходной информации для ПДО, цехам основного производства. Пересчёт $N_i = N_i + Q_i^{FM} - Q_i^{PM}$ . Обнуление фактической сдачи за месяц $Q_i^{FM}$
4	Если введённая дата – это начало нового планового периода, то выполнить переход к блоку 5, иначе – к блоку 6
5	Формирование поддетального плана производства
6	Если прошла инвентаризация остатков НЗП, то выполнить переход к блоку 7, иначе – к блоку 9
7	Ввод информации об остатках деталей и узлов в цехах
8	Пересчёт недодела-передела $N_i$
9	Обнуление фактической сдачи за сутки $Q_i^{FS} = 0$ , ввод оперативных данных за сутки $Q_i^{FS}$ , актов о браке, накопление фактической сдачи за месяц $Q_i^{FM} = Q_i^{FM} + Q_i^{FS}$
10	Если есть брак, то выполнить переход к блоку 11, иначе – к блоку 13
11	Разузлование брака
12	Пересчёт фактической сдачи за сутки $Q_i^{FS}$ , фактической сдачи за месяц $Q_i^{FM}$
13	Расчёт обеспеченности в днях $B_i$ , определение «отстающих» позиций
14	Выдача результатов для ПДО, цехов

#### Список литературы

- 1 Сток, Дж. Р. Стратегическое управление логистикой / Джеймс Р. Сток, Дуглас М. Ламберт. – М. : ИНФРА-М, 2005. – 831с.
- 2 Ковалёв, М. Н. Структура логистической системы машиностроительного предприятия Белоруссии / М. Н. Ковалёв // Менеджмент в России и за рубежом. – 2011. – № 1. – С. 75–78.
- 3 Фролов, Е. Б. Производственная логистика, или что такое «вытягивающее» планирование? / Е. Б. Фролов // Логистика и управление цепями поставок. – 2010. – № 1 (36). – С. 69–85.