

УДК 65.015.12

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЦЕПЕЙ ПОСТАВОК В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

М. Н. КОВАЛЕВ

*Гомельский филиал Международного
университета «МИТСО», Республика Беларусь*

Введение

Актуальной проблемой отечественной экономики на макро- и микроуровне является необходимость внедрения логистических методов управления. Представляет интерес моделирование и анализ цепей поставок в системе SCM для промышленного предприятия.

Перед автором стояла цель исследовать цепи поставок промышленных предприятий (Гомельский завод самоходных комбайнов, «Станко-Гомель», Белорусский металлургический завод), классифицировать цепи поставок, разработать модель для их анализа.

Известная концепция SCM (Supply Chain Management – «управление цепью/цепями поставок») предполагает, как правило, выполнение функций планирования, организации и контроля 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 ряда ключевых бизнес-процессов [1, с. 62–66]:

- 1) управления взаимоотношениями с потребителями;
- 2) обслуживания потребителей;
- 3) управления спросом;
- 4) управления выполнением заказов;
- 5) обеспечения производственных процессов;
- 6) управления снабжением;
- 7) управления разработкой новой продукции и доведением ее до коммерческого использования;
- 8) управления возвратными материальными потоками.

Управление цепями поставок – это современная концепция управления, которая явилась развитием интегрированного подхода к логистике. По нашему мнению, управление цепями поставок есть ничто иное, как совокупность управленческих решений по обеспечению поставок материальных ресурсов. Целями управления цепями поставок являются: минимизация совокупных логистических издержек, достижение максимальной прибыли или минимальных затрат отдельных звеньев.

Основные понятия цепей поставок и их свойства

Прежде чем разбирать такое сложное понятие, как «управление цепями поставок», попробуем определить понятие «цепь поставок». Речь пойдет о направленном

движении материальных ресурсов, о материальных потоках, управлением которых занимается логистика.

Определение американских специалистов в области логистики, с которым соглашаются российские ученые: «Цепь поставок – это три или более экономические единицы (организации или лица), напрямую участвующие во внешних и внутренних потоках продукции, услуг, финансов и/или информации от источника до потребителя» [2, с. 161].

По мнению автора, *цепь поставок* – совокупность попарно связанных звеньев, обеспечивающих доставку товаров от производителя до потребителя и доставку материальных ресурсов, необходимых для производства этих товаров, от поставщика до производителя. Звеньями цепи поставок могут быть юридические и физические лица, а также территориально удаленные подразделения юридических лиц.

Сущность цепи поставок может быть проиллюстрирована простым примером. На рис. 1 представлена однопродуктовая цепь поставок: поставщик поставляет производителю один вид материальных ресурсов через посредника, предприятие-производитель (ФК) доставляет один вид товара до потребителя через посредника. Центральным звеном этой цепи является предприятие-производитель (*фокусная компания*), цель которого заключается в увеличении прибыли и сокращении логистических издержек. Фокусной компанией может быть не только производитель товаров, но также посредник. В таком случае цепь упрощается: посредник представляет собой перевалочный пункт на пути движения материального ресурса от поставщика до потребителя. Такого рода цепи поставок называют расширенными в отличие от прямой цепи поставок, в которой участвуют три лица [2, с. 161–162]: 1) поставщик; 2) предприятие-производитель; 3) потребитель. На самом деле в экономике существуют и двухзвенные цепи: 1) поставщик сырья (предприятие добывающей отрасли); 2) предприятие-потребитель сырья.

Все звенья цепи, за исключением первого звена (первого поставщика) и последнего (конечного потребителя), выступают в двух ролях:

- 1) в качестве покупателя (получателя) материальных ресурсов;
- 2) в качестве поставщика (отправителя).

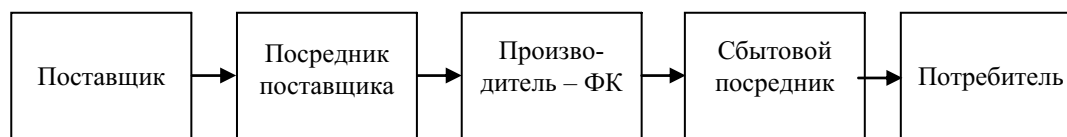


Рис. 1. Схема однопродуктовой цепи поставок

Примечание. Обозначение: ФК – фокусная компания, т. е. предприятие, с позиции которого анализируется цепь поставок.

Количество посредников может варьироваться от 0 до нескольких.

Поскольку цепь поставок трактуется как множество взаимосвязанных элементов, то ее можно рассматривать как логистическую систему, которая, в свою очередь, состоит из систем более низкого уровня (микрологистических систем) и в то же время является составной частью логистических систем мезо- и макроуровня.

Как всякая экономическая система, цепь поставок имеет структуру и обладает рядом характерных свойств: надежности, управляемости, гибкости и адаптивности.

Структура системы «цепь поставок» определяется составом звеньев – предпринимателей, предприятий и организаций и их подразделений – и связями между ними.

Эффективность цепи поставок во многом зависит от ее надежности.

Совет по цепям поставок, описывая основные метрики SCOR-модели (процессно ориентированной модели управления цепями поставок), определяет надежность как «возможность выполнять поставленные задачи, оправдывая ожидания». Мы рассматриваем надежность цепи поставок как способность выполнять заданные функции в требуемых режимах. Надежность цепи поставок позволяет прогнозировать процесс поставок, показатели надежности ориентированы на клиента.

Понятие надежности связано с такими понятиями, как устойчивость, гибкость, реактивность (скорость реакции), жизнестойкость, адаптивность.

Для эффективного функционирования цепи поставок необходимо повышение либо постоянное поддержание ее надежности на должном уровне. Причиной снижения надежности является неопределенность в цепях поставок, которая вызвана отсутствием информации, недостатком информации, наличием искаженной и/или неактуальной информации, дублированием и избыточностью информации.

Снижение неопределенности является важнейшим требованием современного подхода создания интегрированных систем управления цепями поставок.

Свойство управляемости цепей поставок характеризует, с одной стороны, их способность адекватно реагировать на управляющие воздействия и, с другой стороны, возможность воздействовать на цепь поставок с целью изменения параметров поставок (номенклатуры, объемов, сроков, пунктов назначения, маршрутов и т. д.).

Свойство гибкости цепи поставок означает способность быстрой перестройки системы на поставки других товаров, объемов, с использованием другого транспорта, тары и т. д. Адаптивность системы «цепь поставок» есть ее способность приспосабливаться к изменяющимся условиям внешней среды. Устойчивость и жизнестойкость цепи поставок являются производными от прочности и стабильности ее структуры, от характера и устойчивости связей между звеньями цепи.

Классификация цепей поставок

Цепи поставок отличаются большим разнообразием. При решении задач управления цепями поставок следует учитывать, к какой классификационной группе относится интересующая цепь.

В табл. 1 представлена разработанная нами классификация цепей поставок по ряду признаков.

Большинство группировок являются очевидными. Вопросы могут возникать по поводу классификации по направлению материального потока относительно ФК и по отношению цепей к внутренней среде предприятия. В обоих случаях внутренние цепи поставок образуют подразделения предприятия [3]. Под внутрикорпоративными цепями поставок понимаются цепи, образованные бизнес-единицами корпорации.

Таблица 1

Классификация цепей поставок

Признак классификации	Виды цепей поставок
1. Сложность структуры	Простые Сложные
2. Направление материального потока относительно ФК	Входные Внутренние Выходные
3. Разнообразие поставляемых ресурсов	Однопродуктовые Многопродуктовые
4. Каналы сбыта	Прямые Косвенные

Окончание табл. 1

Признак классификации	Виды цепей поставок
5. Периодичность поставок	Постоянные Периодические Разовые
6. Регулярность поставок	Регулярные Нерегулярные
7. Объемы поставок	Массовые Партионные Штучные
8. География поставок	Глобальные Международные Национальные Региональные Местные
9. Управляемость цепей поставок	Управляемые Частично управляемые Неуправляемые
10. Способы доставки грузов	Унимодальные Мультимодальные
11. Зависимость поставщиков и посредников	Зависимые Независимые
12. Отношение к внутренней среде предприятия	Внутренние Внутрикорпоративные Внешние
13. Количество звеньев	Двухзвенные Трехзвенные ...
14. Стабильность состава и связей между звеньями	Стабильные Нестабильные
15. Наличие альтернативы	Альтернативные Безальтернативные
16. Надежность	Надежные Ненадежные
17. Адаптивность	Адаптивные Неадаптивные
18. Гибкость	Гибкие Негибкие

Моделирование цепей поставок

Управление цепей поставок невозможно без проведения их анализа с помощью различных моделей. При построении моделей цепей поставок могут быть использованы методы сетевого управления [4], [5]. Если представить цепи поставок графически, то они по внешнему виду представляют собой сети (рис. 2).

В приведенной гипотетической цепи фокусная компания (звено 8) получает материальные ресурсы от трех поставщиков (звенья 1, 3, 7). Причем поставщик № 1 работает через посредников, поставщик № 3 работает через посредников и напрямую, поставщик № 7 осуществляет прямые поставки. Предприятие № 8 осуществляет сбыт товаров также с использованием как прямого канала, так и косвенных каналов. В качестве сбытовых посредников выступают звенья 9, 10, 11, 14. Потребители обозначены номерами 12, 13, 15.

Для упрощения анализа сети поставок введем понятия «центральное звено» сети и «подсеть». *Центральное звено сети* – это фокусная компания. *Подсеть* – часть сети, совокупность связанных звеньев. Выделим в сети левую и правую подсети. Левую подсеть образуют центральное звено и все звенья, которые участвуют в поставках материальных ресурсов фокусной компании. Правую подсеть образуют центральное звено, сбытовые посредники и потребители.

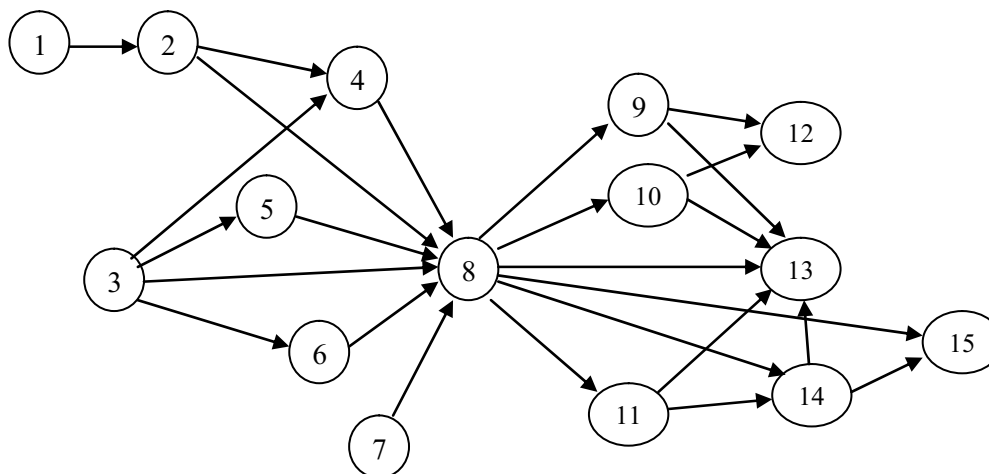


Рис. 2. Сетевая модель гипотетической цепи поставок

Примечание. Обозначения: \bigcirc_n – звено цепи и его номер; \rightarrow – материальный поток

В отличие от классической сетевой модели управления данной модели присущи некоторые особенности (табл. 2):

- основными элементами цепи поставок являются звенья и материальные потоки;
- цели сетей различаются;
- в сетевой модели цепей поставок выделяются центральное звено и подсети;
- в традиционной модели есть исходное и завершающее события;
- динамическая модель управления разрабатывается для отдельного проекта, а сетевая модель цепей поставок относительно стабильна;
- отсутствует понятие «критический путь»;
- поставки одной подсети относительно независимы от поставок другой подсети.

Таблица 2

Отличительные особенности сетевой модели цепей поставок

Наименование свойства	Отличительные особенности	
	в традиционной сетевом графике	в цепи поставок
Вид сети	Стрелками в сети изображаются отдельные работы, а кружками – события. Над стрелками указывается ожидаемое время выполнения работ	Стрелками в сети изображаются поставки, а кружками – звенья. Над стрелками можно указывать параметры поставок: номенклатуру, объемы, сроки, затраты
Наличие исходного и завершающего события	Путь от исходного события до завершающего события называется полным	Исходных и завершающих звеньев может быть множество

Наименование свойства	Отличительные особенности	
	в традиционной сетевом графике	в цепи поставок
Стабильность сети	Динамическая модель разрабатывается для отдельного проекта	Модель может применяться многократно, подвергаясь изменениям
Наличие критического пути	Критический путь – наибольший по продолжительности путь графика	Отсутствует
Цель исследования и оптимизации	При управлении ходом комплекса работ внимание сосредотачивается на работах критического пути с целью его сокращения	Сокращение логистических затрат либо максимизация прибыли от продаж
Зависимость событий	Выполнение очередной работы невозможно до наступления соответствующего события	Поставки левой подсети относительно независимы от поставок правой подсети
Наличие центрального звена	Нет	В качестве центрального звена выступает фокусная компания
Деление на подсети	Нет	Выделяется левая и правая подсети

Задача анализа фокусной компании заключается в поиске таких решений, при которых центральное звено либо достигает целей при минимальных логистических издержках, либо максимизирует прибыль от реализации запланированного объема товаров с учетом рыночной потребности.

Задача минимизации логистических издержек

Ниже в общем виде приведена математическая модель задачи минимизации внешних логистических издержек промышленного предприятия для многопродуктовых цепей поставок. Для этого отдельно рассмотрим плановые показатели закупок, продаж, издержек для левой и для правой подсети цепи поставок. Величину производственной программы приравняем к плану продаж товаров. Чтобы упростить задачу, допустим, что материальные ресурсы закупаются, а реализуемые товары продаются по одинаковым ценам.

Плановая потребность предприятия в закупках основных материалов:

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

где R_{li} – норма расхода l -го материала на i -ю деталь; m – число позиций деталей; Q_i – количество деталей, сборочных единиц, необходимых для выполнения производственной программы.

Плановое количество деталей, сборочных единиц, комплектующих изделий определяется на основе плана производства (продаж) с учетом применяемости деталей и узлов в изделиях:

$$Q_i = \sum_{j=1}^n P_j \cdot k_{ij}, \quad (2)$$

где P_j – план производства (продаж) j -го изделия; k_{ij} – применяемость i -й детали в j -м изделии; n – количество номенклатурных позиций товаров.

Логистические издержки, связанные с закупками материальных ресурсов (затраты левой подсети цепи поставок):

$$Z_1 = \sum_{p=1}^u \sum_{l=1}^t Z_{lp}, \quad (3)$$

где Z_{lp} – издержки доставки l -го материала от p -го поставщика; u – число поставщиков; t – номенклатура материалов.

План продаж определяется на основе маркетинговых исследований целевых рыночных сегментов:

$$P_j = \sum_{k=1}^s P_{jk}, \quad (4)$$

где P_{jk} – план продаж j -го изделия k -му сегменту; s – количество сегментов.

Логистические издержки, связанные с реализацией товаров (затраты в правой подсети):

$$Z_2 = \sum_{k=1}^s \sum_{j=1}^n Z_{jk}, \quad (5)$$

где Z_{jk} – затраты доставки j -го товара k -му сегменту.

Целевая функция – минимизация общих логистических издержек фокусной компании, связанных с закупками и сбытом:

$$Z = Z_1 + Z_2 \rightarrow \min. \quad (6)$$

Решением этой задачи является выбор поставщиков материальных ресурсов и объемов этих поставок, а также выбор звеньев сбытовой сети и распределение между ними товаров.

Заключение

Исследование цепей поставок в промышленной сфере B2b позволило определить их сущность и особенности, выполнить классификацию и разработать сетевую модель. Цепи поставок были проанализированы с позиций системного подхода. Предложенная классификация цепей поставок включает 18 классификационных признаков. Разработан вариант сетевой модели цепи поставок и выполнен сравнительный анализ этой модели с традиционной сетевой моделью. Введены понятия «центральное звено сети», «подсеть». В общем виде приведена математическая модель задачи минимизации логистических издержек для центрального звена цепи – промышленного предприятия.

Изложенные подходы к исследованию цепей поставок могут быть полезны не только для производственных предприятий, но также для посреднических структур и логистических провайдеров и интеграторов, как при анализе, так и в процессе проектирования цепей поставок.

Литература

1. Сток, Дж. Р. Стратегическое управление логистикой / Джеймс Р. Сток, Дуглас М. Ламберт. – М. : ИНФРА-М, 2005. – 831 с.

2. Логистика : учебник / В. В. Дыбская [и др.] ; под ред. В. И. Сергеева. – М. : Эксмо, 2011. – 944 с. – (Полный курс МБА).
3. Ковалев М. Н. Управление межцеховыми поставками в логистической системе предприятия / М. Н. Ковалев // Вестн. Гомел. гос. техн. ун-та им. П. О. Сухого. – 2013. – № 2. – С. 92–100.
4. Костевич, Л. С. Исследование операций. Теория игр : учеб. пособие / Л. С. Костевич, А. А. Лапко. – Минск : Выш. шк., 2008. – 368 с.
5. Шикин, Е. В. Математические методы и модели в управлении : учеб. пособие / Е. В. Шикин, А. Г. Чхартишвили. – М. : Дело, 2000. – 440 с.

Получено 18.11.2013 г.