УДК 681.3

СЕТЕВАЯ ТЕОРЕТИКО-ИГРОВАЯ МОДЕЛЬ РАЦИОНАЛЬНЫХ ЗАКУПОК В ЗАДАЧЕ ФОРМИРОВАНИЯ АДАПТИВНОГО МЕХАНИЗМА СОГЛАСОВАННЫХ ЦЕН В СХЕМЕ СНАБЖЕНИЯ ДИЛЕРСКОЙ СЕТИ

Приходько В.М., Солнцев А.А., Саная А.Г.

В настоящее время первоочередной задачей для всех иностранных автопроизводителей, работающих в РФ, будет ускорение процесса локализации производства. В связи с нестабильностью валютного курса импорт автокомпонентов в Россию становится в высшей степени убыточным для производителей. Однако качество российских автокомпонентов далеко от совершенства и не устраивает иностранные компании. Таким образом, первоочередная задача иностранных производителей в России - обеспечить сравнительно дешевые цены на автокомпоненты для увеличения локализации производства. Автопроизводители создают собственные дилерские фирмы с целью прямых контактов с потребителями и присвоения маржи, которая становится все меньше из-за конкуренции и делить ее с дилерами все труднее [3].

При этом методы анализа производственных процессов в дилерских сетях охватывают широкий спектр традиционных и хорошо исследованных математических моделей обработки данных таких, как системы и сети массового обслуживания, системы автоматического управления, теория графов, теория автоматов и т.д. Основная задача моделирования дилерских сетей заключается в получения временных и финансовых характеристик бизнес-процессов [2]: загруженности, производительности, пропускной способности, времен ожидания, пребывания и обработки, количества обрабатывающих средств, конфигурации и характеристик телекоммуникационных ресурсов и т.д.

Аналитическое определение характеризующих систему величин является относительно легким, если все функции распределения в ней экспоненциального или эрланговского вида. Тогда система описывается с помощью однородных непрерывных марковских цепей или однородных процессов "гибели-размножения". Нередко расчет системы сводится к решению системы дифференциальных уравнений Чемпена - Колмогорова Δt-методом, либо методом фаз Эрланга. В системах, где не все распределения экспоненциальные, используют аналитические методы, которые позволяют "марковизировать" общие случайные процессы, изменив их так, чтобы они стали однородными марковскими процессами. Типичные способы марковизирования в ТМО - метод вложенных цепей Маркова, метод дополнительных переменных, использование кусочно-линейных марковских процессов.

Использование всех перечисленных подходов естественным образом повышает эффективность системы поддержки управленческой деятельностью. При этом дилеры выбирают тех поставщиков, которые гарантированно обеспечивают их качественной

продукцией и полным ассортиментом запасных частей и комплектующих для ремонта и обслуживания. Аналогично, поставщиками постоянно проводится работа по подбору дилеров и созданию сбытовой сети. Фирме-производителю и потенциальному дилеру необходимо учитывать и факторы общеэкономической среды. Это можно конкретизировать и представить в виде схемы (рисунок 1).

<table>
<tr><td colspan="2">Возможность сбыта продукции (состояние и отраслевая ориентация экономики регионов)</td></tr>
<tr><td colspan="2">Возможности обслуживания (уровень развития коммунальных услуг по электроснабжению и водоснабжению, утилизации отходов)</td></tr>
<tr><td colspan="2">Транспортные возможности (наличие транспортных средств и соответствие их технических параметров организационно-экономическим условиям поставок)</td></tr>
<tr><td colspan="2">Возможности обеспечения предприятия квалифицированным персоналом</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">⇓ Оценка потенциальных возможностей</td></tr>
<tr><td>⇓</td><td></td></tr>
<tr><td>ФИРМА-ПРОИЗВОДИТЕЛЬ</td><td>⇒⇒⇒⇒⇒⇒⇒⇒⇒</td></tr>
<tr><td>⇓</td><td rowspan="11">⇓
⇓
⇓
⇓
⇓
⇓
⇓
⇓
⇓</td></tr>
<tr><td>Сегмент рынка</td></tr>
<tr><td>Система кредитования</td></tr>
<tr><td>Емкость рынка</td></tr>
<tr><td>Доля предприятия на рынке</td></tr>
<tr><td>Потенциал роста рыночного спроса (перспективность товара)</td></tr>
<tr><td>Развитие новых каналов сбыта</td></tr>
<tr><td>Цена товара и тенденция ее изменения</td></tr>
<tr><td>Постоянные издержки</td></tr>
<tr><td>Требуемый объем инвестиций</td></tr>
<tr><td>Послепродажное обслуживание</td></tr>
<tr><td rowspan="6">⇓ ⇓
⇓ ⇓
⇓</td><td>Общеэкономическая среда</td></tr>
<tr><td>Законодательство</td></tr>
<tr><td>Налоговая политика</td></tr>
<tr><td>Уровень инфляции</td></tr>
<tr><td>Таможенные тарифы и льготы</td></tr>
<tr><td>Общая инвестиционная политика</td></tr>
<tr><td>Форма собственности предприятия</td><td rowspan="11">⇑
⇑
⇑
⇑
⇑
⇑
⇑
⇑
⇑
⇑
⇑</td></tr>
<tr><td>Работа в индустрии</td></tr>
<tr><td>Опыт работы</td></tr>
<tr><td>Репутация, Финансовое состояние</td></tr>
<tr><td>Финансовые возможности</td></tr>
<tr><td>Взаимоотношения с банками</td></tr>
<tr><td>Организаторские возможности</td></tr>
<tr><td>Материально-техническая база</td></tr>
<tr><td>Дополнительные требования</td></tr>
<tr><td>⇓</td></tr>
<tr><td>ДИЛЕР</td><td>⇒⇒⇒⇒⇒⇒⇒⇒⇒</td></tr>
</table>

Рисунок 1 - Критерии принятия решения фирмы-производителя и дилера о сотрудничестве

Анализ сложившейся структуры организации дилерских сетей показывает, что можно выделить несколько основных стратегий их развития: классическая дилерская сеть; дистрибьюторская дилерская сеть; ограниченная дилерская сеть.

Такой вид посредничества как диллерство наиболее подходит к высокотехнологичной продукции, требующей регулярного сервиса, к которому естественно относится рынок машиностроения (легковые и грузовые автомобили, сельскохозяйственная техника, техника, специализированная на выполнении вспомогательных функций на предприятиях и т.п.).

Уровень контактов между дилерами внутри сети незначительный, и в основном базируется на основе личных взаимоотношений между менеджментом дилерских компаний. Совершенно незначителен уровень обмена информацией о клиентской базе, эффективных решений в области сервиса. Представительство зачастую контролирует ограниченное количество критериев, на основе которых ведётся работа с дилером.

Для одной из дилерских сетей был проведен анализ наиболее прибыльных групп комплектующих. Общая сумма покупок и продаж за последний год приведена на диаграмме (рисунок 2). Как видно из графика, наиболее прибыльной является гидравлика (1,92). При этом на данной позиции наблюдается и наибольший оборот, что говорит о продуманной стратегии сбыта комплектующих центром при централизованной схеме снабжения. Навесное оборудование хоть и менее прибыльное (1,62), но также наиболее востребованное. В результате проведенного статистического анализа показана существенная разница рентабельности продаж различных групп комплектующих.

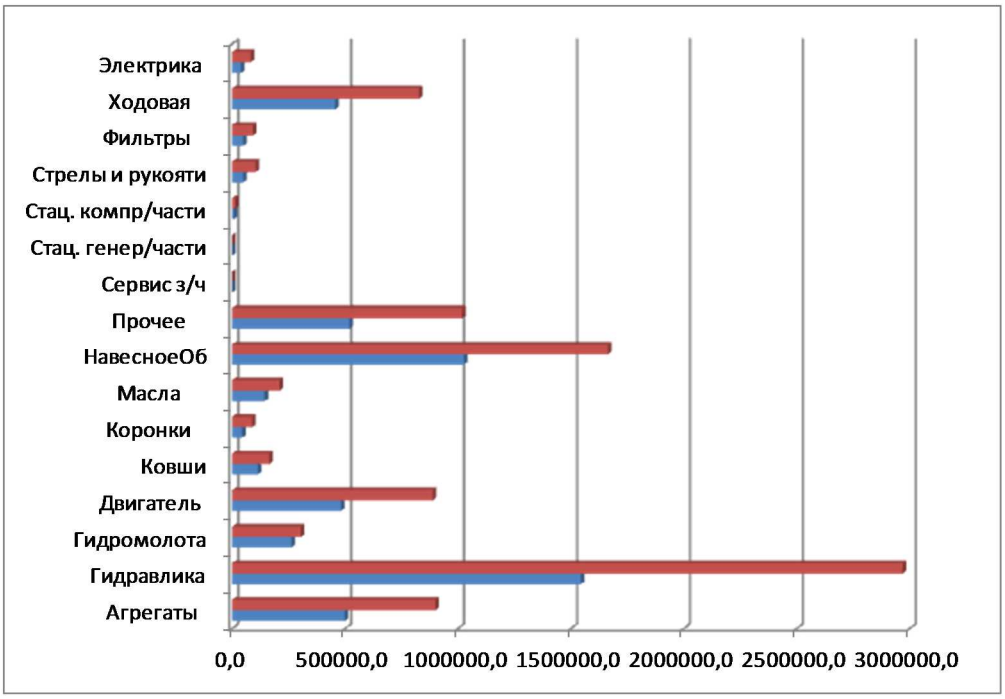


Рисунок 2 - Суммарный объем покупок и продаж

В централизованной схеме снабжения дилерской сети центр берет на себя практически все вопросы, связанные с поставками комплектующих и формирования ценовой политики [1]. В его обязанности входит заключение контрактов как с поставщиками, так и с потребителями. При достаточно объемной дилерской сети центр может существенно увеличить партии оптовых закупок, что существенно снижает закупочные цены и может дать ощутимую полезность для конечных потребителей.

В статье рассматривается задача распределения общего объема V между m предприятиями-производителями с целью максимального сокращения общей закупочной стоимости заказа. Формальная постановка задачи сводится к оценке значений $x_k \geq 0$ при общих ограничениях на объем, который должен быть не меньше, а лучше строго больше V, т.е. $\sum_{k=1}^{m} x_k \geq V$. Задача оптимизации сводится к минимизации общей стоимости $S = \sum_{k=1}^{m} s_k(x_k)$, где $s_k(x_k)=x_k b_k(x_k)$. В общем случае эта задача сводится к задаче линейного программирования. Однако введенные функции $b_k(x_k)$ могут иметь разрывы, что создает технические сложности.

Для формирования адаптивной ценовой политики в централизованной схеме снабжения в работе используется алгоритм вычисления кратчайших путей графа при правильной перенумерации всех вершин графа, которые образуют сеть поставок. Перенумерация правильная, когда для любой дуги (i, j) выполняется свойство упорядочения i<j. Кратчайший путь формируется как строго упорядоченная последовательность присвоения индексов q_i для каждой вершины на основании приведенной ниже схемы (индекс первой вершины сети будет нулевым):

$$q_l = \min_{j<i} | q_l + s_{ji} |, \quad (1)$$

где s_{ji} – длина дуги (j, i). Вычисленный индекс для последней вершины сети q_{m+1} будет определять длину наименьшего пути, что будет соответствовать значению минимальных расходов, связанных с организацией поставок комплектующих.

Для формирования наикратчайшего пути используется схема «обратного хода». При этом задача заключается в поиске вершины у i_1, такой, для которой:

$$q_{m+1}=q_{i1}+s_{i1,m+1}. \quad (2)$$

Если $i_1 \neq 1$, то далее реализуется процедура поиска вершины i_2, для которой:

$$q_{i1}=q_{i2}+s_{i2,i1}. \quad (3)$$

Процедура продолжается до тех пор, пока на последующей итерации k не будет получено значение $i_k=1$, или

$$q_{ik-1} =q_1 + s_{1,ik-1}. \quad (4)$$

В общем случае для формирования адаптивной ценовой стратегии формируется сеть рациональных закупок (СРЗ). Для случая T=(1,2,3,4,5), W=(10,20,23,40,44) и D=(10,10,3,17,5) пример такой сети приведен на рисунке 3

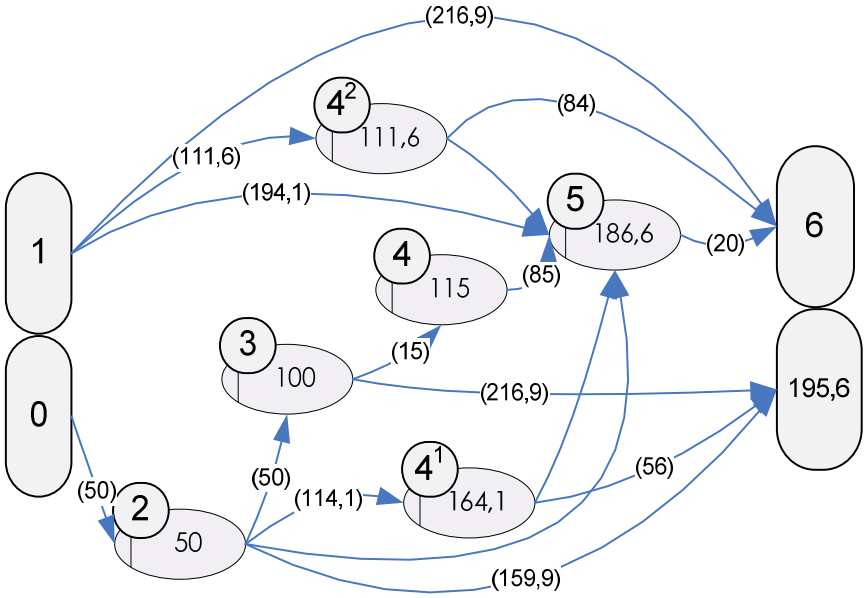
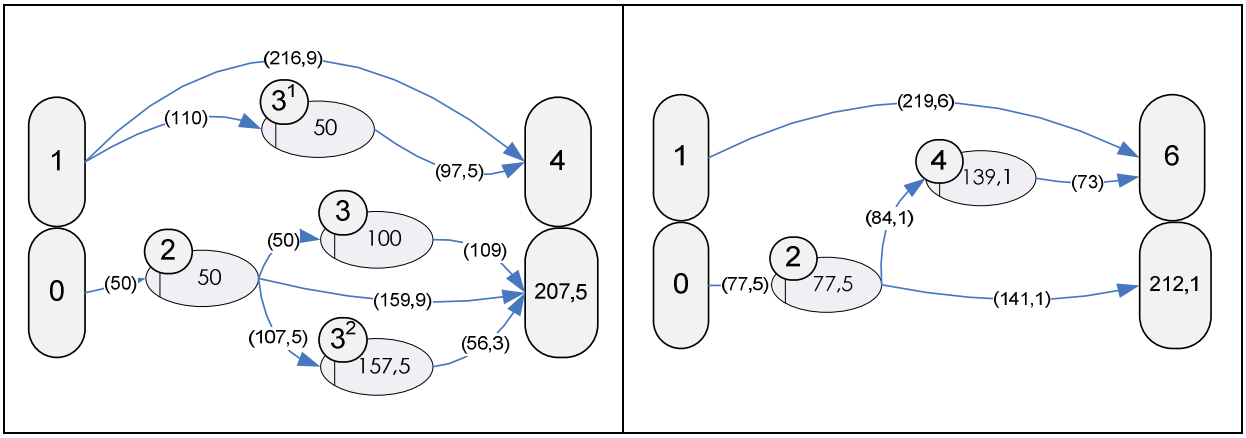


Рисунок 3 - Сеть выбора рациональных поставок

Для СРЗ имеет место характеристическое свойство, а именно – любой рациональной схеме закупок комплектующих соответствует единственный путь (для приведенного примера это путь с входом из вершины 1 и выходом в вершину 6). Кроме того, для СРЗ справедливо, что для любого пути из вершины 1 в вершину 6, имеет место только одна рациональная схема закупок комплектующих. При этом каждая дуга СРЗ взвешена объемом заказанных комплектующих в заданное время.

Возможен вариант, когда закупки комплектующих запланированы на более поздние сроки. Однако такая постановка приводит к необходимости рассмотрения вопросов, связанных с риском повышения цен. При этом использование последняя сформированная СРЗ без учета риска даст возможность преобразования сети для выбора рациональных схем заказа комплектующих, существенно понижающий риск (рисунок 4, а).



а) учет риска повышения цен **б) учет дискретности закупок**

Рисунок 4 - Формирование частных СРЗ

В такой постановке возможно решение задачи учета дискретности заказа объемов комплектующих, которая может быть связана, как с вопросами транспортировки различными транспортными средствами, так и договорными условиями с поставщиками-производителями. Так, для объема комплектующих, которые кратны 15 ед., СРЗ приведена на рисунке 4, б.

Интерес представляет частный случай, когда оптовая цена линейно зависит от объема закупок, то есть: $q=q_0–k\cdot x_1$, где x– объем закупок комплектующих, q_0 – предлагаемая начальная цена, k– коэффициент, учитывающий возможность занижения цены. Для данной ситуации расходы на заказ комплектующих в объеме x, составят $S(x)=x(q_0–k\cdot x)$. Можно показать, что функция затрат S(x) на ее интервале определения представляет вогнутую функцию x. Известно, что минимумы для вогнутых функций могут достигаться только на на границах области определения. Это приводит к тому, что объем заказа комплектующих в момент τ_i должен соответствовать величине $W_{j-1}–W_{i-1}$, где τ_j- очередной момент времени заказа комплектующих.

В качестве примера рассмотрим случай, когда график закупок задается табл.**Ошибка! Источник ссылки не найден.**, а зависимость оптовой цены q от объема оптовой партии x имеет вид: $q=5–0{,}04x$.

Цены на оптовые поставки комплектующих при различных объемах партий x определяются в таблице 2. Добавляя к этим ценам затраты на хранение, можно определить длину каждой дуги СРЗ.

Таблица 1 - График закупок

i	1	2	3
τ_i	1	6	16
w_i	10	30	45
D_i	10	20	15

Таблица 2 - Цены и стоимости оптовых закупок

x	10	15	20	30	35	45
q	4,6	4,4	4,2	3,8	3,6	3,2
S	46	66	84	114	126	144

В результате на основе сетевой модели рациональных вариантов закупок предлагается теоретико-игровая модель формирования адаптивного механизма согласованных цен в централизованной схеме снабжения дилерской сети, направленная на формирование эффективного плана поставок комплектующих, учитывающая риск повышения цен и дискретность объемов закупок.

Список информационных источников

[1] Инструментарий деловых игр в задачах управления реализацией продукции в условиях конкуренции / Баринов К.А., Солнцев А.А., Тимофеев П.А., Рачковская В.М. // Наука и образование: Электронное научное издание. – М.: МГТУ им. Баумана, 2011. – С. 0-0.

[2] Агрегированные критерии эффективности бизнес-процессов управления производственным циклом промышленных предприятий / Катырин С.Н., Солнцев

А.А., Тимофеев П.А., Якунин П.С. // Вестник МАДИ Выпуск 4 (27). – М.: МАДИ, 2011. – С. 53-59.

[3] Методы организации и моделирования дилерских сетей / Николаев А.Б., Солнцев А.А., Саная А.Г., Якунин П.С. // В мире научных открытий № 12 (36). – Красноярск: НИЦ, 2012. – С. 163-174.