

УДК 338.35

## ***РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РИТЕЙЛЕРА И ПОСТАВЩИКОВ***

***Богданова А.Д.***

*магистр,*

*Самарский национальный исследовательский университет им. академика*

*С.П. Королева,*

*Самара, Россия*

***Зиначкин А.О.***

*студент,*

*Самарский национальный исследовательский университет им. Академика*

*С.П. Королева,*

*Самара, Россия*

### **Аннотация**

В статье проанализированы математические модели взаимодействия ритейлера и поставщика. Исходя из этих данных разработана математическая модель, которая направлена на расчет оптимального объема продаж ритейлера и поставщика, и выведена формула максимальной прибыли агентов. Разработанная модель может быть применена и в работе других крупных торговых сетей.

**Ключевые слова:** торговая организация, модель ритейлера, модель поставщика, оптимальный объем ритейлера и поставщика, максимальная прибыль.

## ***DEVELOPMENT OF A MATHEMATICAL MODEL OF INTERACTION BETWEEN A RETAILER AND SUPPLIERS***

***Bogdanova A.A.***

*magistr,*

*Samara National Research University name of academic S.P. Korolev,*

*Samara, Russia*

***Zinochkin A.O.***

*student,*

*Samara National Research University name of academic S.P. Korolev,*

*Samara, Russia*

**Annotation**

The article analyzes the mathematical models of interaction between a retailer and a supplier. Based on these data, a mathematical model has been developed that is aimed at calculating the optimal sales volume of a retailer and a supplier, and a formula for the maximum profit of agents has been derived. The developed model can be applied in the work of other large retail chains.

**Keywords:** trade organizations, a retailer model. supplier model, optimal retailer and supplier volume, maximum profit.

Рост продаж, увеличение прибыли – главная цель, которую преследуют и поставщики, и ритейлеры. Ритейлер это компания, которая занимается розничной торговлей, а поставщик — это юридическое или физическое лицо, которое предоставляет ритейлеру необходимые товары для дальнейшей продажи. Доля прибыли каждого игрока зависит от выстроенных отношений между партнерами. Каждая сторона нацелена увеличивать свои доходы и уменьшать расходы, что приводит к противоречиям [3].

В настоящее время, одним из аспектов несогласия между сторонами является неравномерное развитие. Розничные сети за последнее время сделали большой шаг вперед, который стал, ощутим для обеих сторон. Сегодня практически в каждом городе России идет конкуренция между несколькими ритейлерами как федерального, так и местного масштаба. В результате их деятельность значительно усовершенствовалась. В то же время, эти изменения не затронули другую сторону – поставщика. Таким образом, вопрос производства и доставки грузов до магазина не претерпели усовершенствования

В работе торговых организаций прибыль образуется за счет доходов от продаж товаров, которые закупаются у поставщиков и расходов на приобретение товара, транспортных и прочих издержек, не зависящих от торговли. В качестве дополнительной прибыли поставщик платит

ритейлеру ретро-бонус и за опцию «первоочередное предложение», которые устанавливаются с каждым поставщиком лично. Закупка необходимого товара проходит за счет проведения различных конкурсов, торгов, тендеров. По результатам проведения этих мероприятий заключается договор, который регламентирует взаимоотношения между ритейлером и поставщиком. По договору поставщик должен отгрузить товар ритейлеру, торговая организация должна принять этот товар и уплатить за него определенную денежную сумму, указанную в договоре. Поэтому возникает задача выбора оптимальных условий для заключения договора поставки.

Организация процесса сбыта готовой продукции на производственном предприятии обычно предполагает работу с предприятиями-потребителями, в качестве которого выступают розничные и оптовые учреждения.

Иногда при заключении контракта с поставщиком рассматриваются первоочередное предложение и ретро бонус, как дополнительная прибыль для ритейлера.

Первоочередное предложение – это опция продается производителям продукции, которые готовы платить за то, что из аналогичных товаров его продукт предлагается потребителю в первую очередь. Поставщик оплачивает эту рекомендацию в виде процента от проданного товара по закупочной цене. Процент  $L_{m_1}$  устанавливается с каждым поставщиком лично при подписании договора.  $U_{m_1}$  – процент, продукции, на которую будет распространяться первоочередное предложение.

$$m_1 = \sum_{j=1}^J Q_{pj} * c_{pj} * U_{m_1} * L_{m_1} \quad (1)$$

где  $Q_{pj}$  – фактические значения объемы продаж ритейлера  $j$ -ой ассортиментной группы,  $C_{pj}$  – закупочная цена товара  $j$ -ой ассортиментной группы.

Ретро – бонус – это бонус за определенно закупленный объем. Поставщик необходимый объем, если ритейлер закупает больше определенного объема, то поставщик возвращает определенный процент от суммы закупки  $L_{m_2}$  [2]. Этот процент определяется с каждым поставщиком лично при подписании договора.  $U_{m_2}$  - процент, продукции, на которую будет распространяться ретро – бонус.

$$m_2 = \sum_{j=1}^J Q_{pj} * c_{pj} * U_{m_1} * L_{m_2} \quad (2)$$

$$\text{при } Q_{pj} \geq Q_{j\text{усл.}} \quad (3)$$

Рассмотрим математические модели системы поставщик-ритейлер с учетом ретро-бонуса и первоочередного предложения. Первой рассмотрим модель ритейлера Птицын С.Д., М.И., Хромова А.В. [4]. Целевая функция ритейлера выглядит следующим образом

$$\pi_p = \sum_{j=1}^J (p_{pj} - c_{pj}) * Q_{pj} - c_{pf} + m_1 + m_2, \quad (4)$$

где  $p_{pj}$  – цена реализации товаров  $j$ -ой ассортиментной группы;  $c_{pj}$  – закупочная цена товаров  $j$ -ой ассортиментной группы;  $Q_{pj}$  – объем продаж товаров ритейлера  $j$ -ой ассортиментной группы;  $c_{pf} = Q_{pj} * p_{pj} * K_p$  – постоянные издержки ритейлера, где  $K_p$  – процент постоянных издержек от прибыли;  $m_1$  - первоочередное предложение;  $m_2$  - ретро-бонус.

Основная задача ритейлера (торговой организации) состоит в определении вектора объемов продаж  $Q_{pj} = \{Q_{pj}, j = 1, \dots, J\}$  из условия  $\max$

$\pi_p(Q_{pj})$  при ограничении неотрицательности операционной прибыли по формуле:

$$p_{pj} \geq c_{pj}, j = 1, \dots, J \quad (5)$$

При условии связи в виде степенных функций цен, определяемых на основе регрессионных моделей:

$$p_{pj} = a_{pj} * Q_{pj}^{b_{pj}}, a_{pj} > 0, b_{pj} < 0, |b_{pj}| < 1, j = 1, \dots, J, \quad (6)$$

где  $a_{pj}, b_{pj}$  – коэффициенты регрессий.

Тогда выражение прибыли ритейлера с учетом условий примет следующий вид:

$$\begin{aligned} \pi_p = & \sum_{j=1}^J (a_{pj} * Q_{pj}^{b_{pj}+1} - c_{pj} * Q_{pj}) - a_{pj} * Q_{pj}^{b_{pj}+1} * K_p + \\ & + \sum_{j=1}^J Q_{pj} * c_{pj} * (U_{m_1} * L_{m_1} + U_{m_2} * L_{m_2}) \end{aligned} \quad (7)$$

Теперь рассмотрим модель поставщика. Целевая функция поставщика выглядит следующим образом

$$\pi_{\Pi} = \sum_{j=1}^J (p_{\Pi j} - c_{\Pi 1j}) * Q_{\Pi j} - c_{\Pi f} - \sum_{j=1}^J Q_{\Pi j} * c_{pj} * (U_{m_1} * L_{m_1} + U_{m_2} * L_{m_2}) \quad (8)$$

где  $p_{\Pi j}$  – цена реализации товаров  $j$ -ой ассортиментной группы;  $c_{\Pi j}$  – закупочная цена комплектующих для товаров  $j$ -ой ассортиментной группы;  $Q_{\Pi j}$  – объем продаж товаров  $j$ -ой ассортиментной группы;  $c_{\Pi f} = (p_{\Pi j} * Q_{\Pi j} * K_{\Pi})$  – постоянные издержки поставщика, где  $K_{\Pi}$  – процент постоянных издержек от прибыли.

Основная задача поставщика состоит в определении вектора объемов продаж  $Q_{\Pi j} = \{Q_{\Pi j}, j = 1, \dots, J\}$  из условия  $\max \pi_{\Pi}(Q_{\Pi j})$  при ограничении неотрицательности операционной прибыли по формуле:

$$p_{\Pi j} \geq c_{\Pi j}, j = 1, \dots, J \quad (9)$$

При условии связи в виде степенных функций цен, определяемых на основе регрессионных моделей:

$$p_{nj} = a_{nj} * Q_{nj}^{b_{nj}}, a_{nj} > 0, b_{nj} < 0, |b_{nj}| < 1, j = 1, \dots, J \quad (10)$$

где  $a_{nj}, b_{nj}$  – коэффициенты регрессий.

Тогда выражение прибыли поставщика с учетом условий примет следующий вид:

$$\begin{aligned} \pi_{\text{п}} = & \sum_{j=1}^J (a_{nj} * Q_{nj}^{b_{nj}+1} - c_{nj} * Q_{nj}) - a_{nj} * Q_{nj}^{b_{nj}+1} * K_{\text{п}} - \\ & - \sum_{j=1}^J Q_{nj} * c_{pj} * (U_{m_1} * L_{m_1} + U_{m_2} * L_{m_2}) \end{aligned} \quad (11)$$

Определим механизмы оптимального планирования объемов продаж ритейлера [1]. Для начала запишем необходимые условия максимума прибыли ритейлера:

$$\begin{aligned} \pi'_{\text{р}} = & \left[ \sum_{j=1}^J (a_{pj} * Q_{pj}^{b_{pj}+1} - c_{pj} * Q_{pj}) - a_{pj} * Q_{pj}^{b_{pj}+1} * K_{\text{р}} \right. \\ & \left. + \sum_{j=1}^J Q_{pj} * c_{pj} * (U_{m_1} * L_{m_1} + U_{m_2} * L_{m_2}) \right]' \end{aligned} \quad (12)$$

$$\begin{aligned} \pi'_{\text{р}} = & a_{pj} * (b_{pj} + 1) * Q_{pj}^{b_{pj}} - a_{pj} * (b_{pj} + 1) * Q_{pj}^{b_{pj}} * K_{\text{р}} - c_{pj} + \\ & + c_{pj} * (U_{m_1} * L_{m_1} + U_{m_2} * L_{m_2}) = 0, j = 1, \dots, J \end{aligned} \quad (13)$$

Достаточное условие максимума прибыли ритейлера

$$\pi''_{\text{р}} = a_{pj} * (b_{pj} + 1) b_{pj} * Q_{pj}^{b_{pj}-1} * (1 - K_{\text{р}}) < 0, j = 1, \dots, J, \text{ выполняется}$$

для всех  $Q_{pj}^* > 0$ , так как  $a_{pj} > 0, b_{pj} < 0, |b_{pj}| < 1, j = 1, \dots, J$ .

Исходя из этого, формула оптимального планирования объема продаж для ритейлера выглядит следующим образом:

$$\begin{aligned} Q_{pj}^* = & [c_{pj} * (1 - U_{m_1} * L_{m_1} - U_{m_2} * L_{m_2})]^{1/b_{pj}} * \\ & * [(1 - K_{\text{р}}) * a_{pj} * (b_{pj} + 1)]^{-1/b_{pj}} \end{aligned} \quad (14)$$

Теперь определим механизмы оптимального планирования объемов продаж поставщика. Для начала запишем необходимые условия максимума прибыли поставщика:

$$\pi'_\Pi = \left[ \sum_{j=1}^J (a_{\Pi j} * Q_{\Pi j}^{b_{\Pi j}+1} - c_{\Pi j} * Q_{\Pi j}) - a_{\Pi j} * Q_{\Pi j}^{b_{\Pi j}+1} * K_\Pi - \sum_{j=1}^J Q_{\Pi j} * c_{pj} * (U_{m_1} * L_{m_1} + U_{m_2} * L_{m_2}) \right]' \quad (15)$$

$$\pi''_\Pi = a_{\Pi j} * (b_{\Pi j} + 1) * Q_{\Pi j}^{b_{\Pi j}} - a_{\Pi j} * (b_{\Pi j} + 1) * Q_{\Pi j}^{b_{\Pi j}} * K_\Pi - c_{\Pi j} - c_{pj} * (U_{m_1} * L_{m_1} + U_{m_2} * L_{m_2}) = 0, j = 1, \dots, J \quad (16)$$

Достаточное условие максимума прибыли поставщика

$$\pi''_\Pi = a_{\Pi j} * (b_{\Pi j} + 1) b_{\Pi j} * Q_{\Pi j}^{b_{\Pi j}-1} * (1 - K_\Pi) < 0, j = 1, \dots, J, \text{ выполняется}$$

для всех  $Q_{\Pi j}^* > 0$ , так как  $a_{\Pi j} > 0, b_{\Pi j} < 0, |b_{\Pi j}| < 1, j = 1, \dots, J$ .

Краткосрочные издержки ритейлера  $c_{pf}$  равны цене продажи поставщика  $p_{\Pi j}$

Исходя из этого, формула оптимального планирования объема продаж для поставщика выглядит следующим образом:

$$Q_{\Pi j}^* = [c_{\Pi j} + c_{pj} * (U_{m_1} * L_{m_1} + U_{m_2} * L_{m_2})]^{1/b_{\Pi j}} \quad (17)$$

Таким образом, разработанные математические модели позволили определить оптимальные объемы закупки и максимально возможную прибыль. Это способствует увеличению денежных средств. Отсюда можно выделить следующие положительные результаты: возможность использовать дополнительно полученные денежные средства для развития компании, тем самым сделав компанию более узнаваемой.

#### Библиографический список:

1. Гераськин, М. И. Модели оптимизации управления неиерархическими системами корпораций при межкорпоративных взаимодействиях [Текст] / М.И. Гераськин, В.В. Манахов // Проблемы управления. – 2010. – №5 – С. 28- 38

2. Мицель, А.А. Оптимизационные модели выбора исполнителя заказа на поставку товаров и услуг с учетом интересов заказчика и Вектор экономики | [www.vectoreconomy.ru](http://www.vectoreconomy.ru) | СМИ Эл № ФС 77-66790, ISSN 2500-3666

поставщика [Текст] / А.А. Мицель, О.В. Каштанов, И.И. Дворянидова // Технические науки – 2005. - №3- С. 60-67.

3. . Основные трудности взаимодействия торговых сетей и поставщиков [Электронный ресурс] – URL: <http://doubleline.su/stati/postavschik/> (дата обращения: 04.05.2022).

4. Птицын, С.Д. Разработка взаимодействий в участников системы «Ритейлер – банк – страховщик» [Текст] / Птицын С.Д., Хромова А.В. // Вопросы студенческой науки. – 2019. - №10(38) – С. 162 – 172

*Оригинальность 83%*