

## УПРАВЛЕНИЕ СБЫТОМ ПРОДУКЦИИ НА ПРИМЕРЕ ОАО «АВТОВАЗ»

Богатырев В. Д.

(Самарский Государственный Аэрокосмический Университет)

Рассмотрим двухэлементную систему, которая описывает взаимодействие покупателей и автозавода. Здесь «покупатели» являются агрегированным участником системы и отражают совокупные доходы, предпочтения, настроения, связанные с покупкой автомобилей, всех потенциальных покупателей [4]. Производитель и покупатели являются независимыми участниками системы.

Описываемая модель является простейшей, так как в ее рамках не учитываются многие факторы (несогласованность взаимодействия с поставщиками комплектующих изделий и сырья, качество продукции, гарантийное обслуживание). Но, с другой стороны, на ее примере можно проследить многие закономерности управления подобными системами с тем, чтобы использовать их при переходе к более сложным моделям.

В изучаемой системе стратегия автозавода – это выбор объема реализуемых по месяцам автомобилей  $x = (x_1, \dots, x_n, \dots, x_N) \in X$ , обеспечивающих максимум прибыли  $\Phi(p, x)$ , а для покупателей – объем покупок по месяцам  $y = (y_1, \dots, y_n, \dots, y_N) \in Y$  с целью получения максимальной полезности (удовлетворения). Будем считать, что автозавод и покупатели взаимодействуют в течение года, то есть на протяжении 12 месяцев ( $N = 12$ ), цены на автомобили устанавливаются производителем ежемесячно:

$$p = (p_1, \dots, p_n, \dots, p_N) \in P.$$

Определим  $Q(p)$  – множество решений игры как множество точек максимума целевой функции покупателей. Множество решений игры отражает предположения автозавода о поведении покупателей при заданном управлении (ценах на продукцию). Далее, автозавод должен конкретизировать свои предположения о стратегиях, выбираемых покупателями из множества решений игры. Наиболее часто применяются два «предельных» подхода – метод

максимального гарантированного результата (МГР), при использовании которого автозавод рассчитывает на наихудший для него выбор покупателей, и гипотеза благожелательности (ГБ), в рамках которой покупатели выбирают из множества решений игры наиболее предпочтительные с точки зрения производителя действия [2]. Далее будем считать выполненной гипотезу максимального гарантированного результата.

При этом задача управления системой заключается в поиске допустимого управления (цен на продукцию), максимизирующего целевую функцию производителя:

$$p^* \in \text{Arg max}_{p \in P} \min_{y \in Q(p)} \Phi(p, y),$$

то есть управления, имеющего максимальную эффективность

$$K(p) = \min_{y \in Q(p)} \Phi(p, y).$$

В общем случае, когда автозавод выбирает комплексный механизм управления  $g \in G$ , задача будет следующей:

$$K(g) = \min_{y \in Q(g)} \Phi(g, y) \xrightarrow{g \in G} \max.$$

Другими словами производитель выбирает экономический механизм управления взаимодействием в системе  $g \in G$ , обеспечивающий такие продажи продукции по месяцам  $y \in Q(g)$ , что достигается максимум прибыли  $\Phi(g, y)$  по итогам года.

Задача синтеза механизма управления сбытом представляет собой нестандартную задачу математического программирования, в ней необходимо найти максимум функции по используемому механизму управления при минимуме функции по объему продаж, причем объем продаж определяется выбранным механизмом управления.

Решение данной задачи разобьем на два этапа:

1) найдем максимальное значение целевой функции автозавода и объем выпуска  $x^0$ , который обеспечивает максимум, при отсутствии механизма управления сбытом и при условии, что весь объем, предлагаемый производителем, будет куплен:

$$x^0 = \text{Arg max}_{x \in X} \Phi(x), \quad \Phi_{\max} = \Phi(x^0);$$

2) на втором этапе найдем механизм управления сбытом  $g^0$ , который обеспечит производителю согласованный сбыт, когда продажи совпадают с плановым объемом выпуска  $x^0$ :

$$\min_{y \in Q(g^0)} \Phi(g^0, y) = \Phi(x^0).$$

Задача первого этапа, связанная с выбором плана производства, является довольно распространенной и относится к разряду стандартных задач математического программирования [3].

Задача второго этапа, представляющая собой поиск механизма управления сбытом, сводится к выбору изменений или к установлению ряда параметров системы, которые приводят к согласованию сбыта, когда потребители покупают такой объем продукции, который совпадает с плановым объемом производителя [1]. Причем изменение параметров системы в  $n$ -ом месяце на величины  $\Delta r_n$  должно приводить к изменению покупок потребителей на величину  $\Delta y_n(\Delta r_n) = -\Delta y_n$ , где  $\Delta y_n = y_n^0 - x_n^0$  - дефицит автомобилей, если  $\Delta y_n > 0$ , или избыток, если наоборот.

Следовательно, задача второго этапа сводится к определению параметров, которые необходимо изменять для согласования сбыта, а также к определению области (верхних и нижних границ) выбора этих параметров.

Для реализации условия, когда устанавливаемый автозаводом план производства является выгодным для населения и вся продукция будет распродана, возникает необходимость в количественной оценке противоречия между производителем и потребителями. Решение этой подзадачи должно базироваться на том, что эффект, получаемый производителем от согласованных продаж должен превышать его потери, связанные с реализацией механизма управления сбытом.

Предположим, что, решая задачу оптимального объема выпуска автомобилей, производитель выбирает следующий план месячного производства  $x^0 = (x_1^0, \dots, x_n^0, \dots, x_N^0)$ , обеспечивающий ему максимум прибыли. В тоже время, потребители, решая задачу потребительского выбора, решают приобрести следующее количе-

ство продукции:  $y^0 = (y_1^0, \dots, y_n^0, \dots, y_N^0)$ . В том случае, если  $x^0 = y^0$ , то сбыт продукции является согласованным. Однако на практике такая ситуация встречается редко. Обычно автозавод стремится выпускать равномерно распределенный по месяцам объем продукции при максимальной загрузке мощностей, а потребители предпочитают совершать покупки сезонно в зависимости от располагаемого дохода и ряда других факторов, следовательно, данное равенство не выполняется и сбыт не является согласованным.

В случае наличия сезонности при выборе механизма управления сбытом необходимо учесть то, что в одни месяцы может быть дефицит, а в другие – избыток продукции. Поэтому согласование сбыта продукции нужно рассматривать отдельно для каждого месяца.

Величину целевой функции производителя в  $n$ -ый месяц  $\Phi_n(p_n, x_n)$  при отсутствии согласованного сбыта можно определить, если объем продукции  $x_n$  принять равным  $y_n^0$ . Обозначим значение целевой функции автозавода при объеме выпуска продукции равной  $y_n^0$  через  $\Phi_n(p_n, y_n^0)$ . Тогда величина разности:

$$\Delta \Phi_n(p_n, x_n^0, y_n^0) = \Phi_n(p_n, x_n^0) - \Phi_n(p_n, y_n^0)$$

характеризует дополнительный эффект, который может получить автозавод, если сможет наладить сбыт продукции так, чтобы реализовать ее всю в соответствии с месячным плановым графиком.

Определим потери потребителей, если они начнут совершать покупки не в соответствии с собственными предпочтениями, а в соответствии с планом производителя. Подставим плановую величину объема реализуемой продукции  $x_n^0$ , определенную производителем, в целевую функцию покупателей  $n$ -го месяца  $u_n(p_n, y_n)$  и получим ее значение  $u_n(p_n, x_n^0)$ . Рассчитаем величину разности в  $n$ -ый месяц:

$$\Delta u_n(p_n, x_n^0, y_n^0) = u_n(p_n, y_n^0) - u_n(p_n, x_n^0).$$

Полученная величина разности характеризует потери полезности потребителей при совершении покупок в соответствии с графиче-

ком производителя, определенных им на основе своей целевой функции.

Если величина разности больше нуля ( $\Delta u_n(p_n, x_n^0, y_n^0) > 0$ ), то между автозаводом и потребителями существуют противоречия, и чем больше эта величина, тем глубже между ними противоречия.

Для согласования интересов необходимо, чтобы целевая функция потребителей при покупках, реализуемых в соответствии с планом производителя, была не меньше, чем при самостоятельном выборе объема продукции  $u_n(y_n^0)$ .

Это возможно осуществить путем выбора механизма управления сбытом  $g = g(\Delta r, u, \Phi) \in G$ , который реализует изменение ряда параметров системы  $r \in R$  на величины  $\Delta r \in R$ , например, это может быть изменение цены, либо изменение комплектности автомобилей, срока гарантии и т.д. Кроме того, предполагается, что целевые функции потребителей и автозавода зависят от этих параметров  $r \in R$ , то есть  $u(r, p, y)$  и  $\Phi(r, p, x)$ .

Изменения параметров в  $n$ -ом месяце  $\Delta r_n \in R_n$ , реализуемые механизмом управления сбытом, должны удовлетворять следующему требованию – они должны обеспечивать прирост функции полезности потребителей  $\Delta u_n(\Delta r_n)$  по величине не меньше, чем потери. То есть, если обозначить изменение параметров системы в  $n$ -ом месяце, реализуемых механизмом управления  $g = g(\Delta r, u, \Phi) \in G$ , как вектор  $\Delta r_n = (\Delta r_{1n}, \dots, \Delta r_{mn}, \dots, \Delta r_{Mn})$ , а в течение года – как матрицу  $\Delta r = \|\Delta r_{rn}\|_{\substack{n=1, \dots, N \\ m=1, \dots, M}}$ , то этот вектор в  $n$ -ом месяце должен удовлетворять неравенству:

$$\Delta u_n(\Delta r_n) \geq \Delta u_n(p_n, x_n^0, y_n^0),$$

где  $\Delta u_n(\Delta r_n) = \left( \frac{\partial u_n(r_n, p_n, x_n^0)}{\partial r_n}, \Delta r_n \right)$ ,  $M$  - количество параметров, используемое механизмом  $g$ .

Если механизм управления сбытом  $g$  предусматривает, что изменяться должен только один параметр - цена на продукцию, то

матрица изменения параметров системы примет вырожденный вид и станет вектором изменения цен  $\Delta r = \Delta p = (\Delta p_1, \dots, \Delta p_n, \dots, \Delta p_N)$ , а условие покрытия потерь потребителей в  $n$ -ом месяце будет следующим:  $\Delta u_n(\Delta p_n) \geq \Delta u_n(p_n, x_n^0, y_n^0)$ , где

$$\Delta u_n(\Delta p_n) = \Delta u_n(\Delta p_n) = \frac{\partial u_n(p_n, x_n^0)}{\partial p_n} \cdot \Delta p_n.$$

Однако для реализации согласованного сбыта продукции необходимо, чтобы затраты производителя при использовании механизма управления сбытом не превышали величину дополнительного эффекта:

$$\Delta \Phi_n(p_n, x_n^0, y_n^0) \geq \Delta \Phi_n(\Delta r_n),$$

$$\Delta \Phi_n(\Delta r_n) = \left( \frac{\partial \Phi_n(r_n, p_n, x_n^0)}{\partial r_n}, \Delta r_n \right)$$

или при использовании только ценового механизма

$$\Delta \Phi_n(p_n, x_n^0, y_n^0) \geq \Delta \Phi_n(\Delta p_n),$$

$$\Delta \Phi_n(\Delta p_n) = \frac{\partial \Phi_n(p_n, x_n^0)}{\partial p_n} \cdot \Delta p_n.$$

Таким образом, если механизм управления сбытом для  $n$ -го месяца одновременно удовлетворяет обоим неравенствам и существует область  $\Delta R_n$ :

$$(I) \Delta R_n = \left\{ \Delta r_n \in R_n \left| \begin{array}{l} \Delta u_n(\Delta r_n) \geq \Delta u_n(p_n, x_n^0, y_n^0), \\ \Delta \Phi_n(p_n, x_n^0, y_n^0) \geq \Delta \Phi_n(\Delta r_n) \end{array} \right. \right\},$$

то в системе возможна реализация согласованного сбыта продукции, а если эта область существует во всех месяцах, то согласованный сбыт возможен в течение всего календарного года  $\Delta R = (\Delta R_1, \dots, \Delta R_n, \dots, \Delta R_N)$ .

Отсутствие области  $\Delta R_n$  для изменения параметров означает, что в сложившихся условиях невозможно, например, относительно цен продукции, комплектности, сроков гарантии на них и других параметров, осуществить согласованный сбыт в  $n$ -ом месяце.

Если для моделирования спроса используется не функция полезности, а функция спроса в виде  $y = f(r, d, p, p_0)$ , то условие реализации согласованного сбыта продукции будет следующим:

$$(2) \Delta R_n = \left\{ \Delta r_n \in R_n \left| \begin{array}{l} \Delta y_n(\Delta r_n) = -\Delta y_n, \\ \Delta \Phi_n(p_n, x_n^0, y_n^0) \geq \Delta \Phi_n(\Delta r_n) \end{array} \right. \right\},$$

где  $\Delta y_n = y_n^0 - x_n^0$  - несогласованный объем сбыта (дефицит или излишек автомобилей, выпускаемых автозаводом в  $n$ -ом месяце);

$\frac{\partial y_n(r_n, d_n, p_n, p_{0n})}{\partial r_n}$  - чувствительность спроса к изменению параметров на величину  $\Delta r_n$ ;  $\Delta y_n(\Delta r_n) = \left( \frac{\partial y_n(r_n, d_n, p_n, p_{0n})}{\partial r_n}, \Delta r_n \right)$  - изменение спроса при изменении параметров на величину  $\Delta r_n$ ;  $d$  - вектор ежемесячных доходов населения;  $p_0$  - индекс потребительских цен.

Таким образом, задача второго этапа по определению области выбора параметров  $\Delta R = (\Delta R_1, \dots, \Delta R_n, \dots, \Delta R_N)$  решена в виде (1) и (2). Но для получения окончательного решения задачи по выбору механизма управления сбытом необходимо еще подобрать сами параметры, которые будут изменены или установлены.

Маркетинговые исследования, проведенные на ОАО «АВТОВАЗ» показывают, что для управления сбытом недостаточно изменять цену на автомобили. Нужен комплексный подход – управление необходимо осуществлять путем выбора целого ряда независимых параметров системы сбыта.

Результаты проведенного на ОАО «АВТОВАЗ» анализа показали, что предложенный в статье механизм управления сбытом должен включать в себя следующие процедуры:

- формирование ценового диапазона, в котором выбирается цена  $P_n$  на автомобиль;
- определение базовой цены на автомобиль  $p_n$  в  $n$ -ый месяц;

Результаты проведенного на ОАО «АВТОВАЗ» анализа показали, что предложенный в статье механизм управления сбытом должен включать в себя следующие процедуры:

- расчет плана выпуска продукции – объема предложения по месяцам  $x_n$ , обеспечивающего заводу максимум годовой прибыли;
- определения корректирующих коэффициентов для цен по региональным поясам  $k_n^i$ ;
- распределения объемов предложения по регионам  $x_n^{ij}$ ;
- определение процентов вознаграждения от объема продаж дилерам и дистрибьюторам  $a$  и  $b$ ;
- определение комплектации автомобилей по месяцам  $I_n$ ;
- определение размера процентной ставки при продаже в кредит, которую компенсирует банку автозавод  $\gamma_n$ .

В заключении необходимо отметить, что в статье было предложено двухэтапное решение задачи выбора механизма управления сбытом продукции. Первый этап – формирование производителем плановых объемов выпуска, обеспечивающих ему максимум годовой прибыли. Второй этап - выбор механизма управления сбытом, реализующего согласованный сбыт, то есть совпадение покупок с плановым объемом выпуска путем изменения или установки ряда параметров. Для предложенного механизма управления сбытом в статье был выбран целый ряд соответствующих параметров на примере ОАО «АВТОВАЗ».

Разработанный автором подход является легким в понимании и удобным в использовании на практике руководителями, принимающими решения, различных уровней иерархии.

**Литература**

1. Богатырев В.Д. *Модели механизмов взаимодействия в активных производственно – экономических системах*. Самара: СНЦ РАН, 2003.
2. Бурков В.Н., Новиков Д.А. *Теория активных систем: состояние и перспективы*. М.: Синтег, 1999.
3. Интрилигатор М. *Математические методы оптимизации и экономическая теория* / Пер. с англ. Г. И. Жуковой, Ф. Я. Кельмана. М.: Айрис-пресс, 2002.
4. *Маркетинг* / Под общ. ред. В. И. Видяпина. СПб.: Питер, 2004.