

В. В. САЙКО, канд. техн. наук, ИП «Стратегия»

ОПТИМИЗАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ПЛАНИРОВАНИЯ ПРОДАЖ ПО ТОВАРНОЙ ГРУППЕ

У роботі запропонована модель, що дозволяє прогнозувати обсяг та рентабельність продажів на основі заданого об'єму товарної групи та обсягу товарних запасів. Графічна інтерпретація моделі дозволяє наочно ілюструвати наслідки рішень, пов'язаних із асортиментною політикою.

The paper explains the model to predict sales volume and profitability of stocks. The model is based on a commodity group volume and sizes of commodity stocks. Graphic interpretation of the model allows to illustrate evidently the consequences of the planned sales decisions.

Введение. Ужесточение конкурентной борьбы требует постоянного совершенствования методов планирования и управления продажами. Для предприятий розничной торговли ключевой задачей становится оптимизация ассортимента и товарных запасов.

Традиционным решением этой задачи считается метод планирования структуры ассортимента с использованием коэффициентов эластичности реализации отдельных групп товаров в общем объеме товарооборота [1]. Однако, не смотря на широкую популярность, метод оперирует объемами реализации исключительно в денежном выражении, не исключает ошибок в

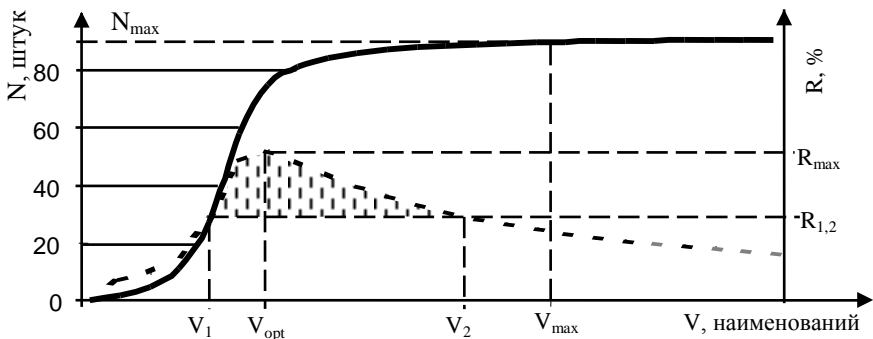


Рис. 1. Зависимость объема реализации N от объема товарной группы V и динамика изменения рентабельности R

оценке спроса за прошлые периоды и не объясняет причин различной коммерческой привлекательности товарных групп.

В специальной литературе все чаще упоминается о пилотных методах прогноза эффективности ассортимента, предназначенных для поддержки принятия управленческих решений [2, 3]. В работе [4], например, изложен

опыт применения метода Холмстрёма (J. Holmström) для компании с неустойчивым ассортиментом. Метод основан на построении временных рядов и прогнозе результатов увеличения доли той или иной группы товаров в общих товарных запасах. Однако и направления поиска оптимума и интерпретация прогнозов полностью определяются компетентностью маркетолога. Субъективность оценок, безусловно, снижает точность используемого метода. Кроме того, планирование от достигнутого уровня допускает возможность системных ошибок в оценке спроса.

Постановка задачи. Таким образом, в известных методиках планирования продаж проблема ассортимента и проблема товарных запасов традиционно рассматриваются раздельно. Оценка и прогнозы спроса происходят без учета достигнутой степени реализации рыночного потенциала товарной группы. Целью настоящего исследования является разработка модели, позволяющей прогнозировать эффективность решений, связанных как с ассортиментной политикой, так и с управлением запасами в розничной торговле продуктами питания.

Результаты. В [5] было показано, что объем i -той товарной группы (V_i) и объем продаж в натуральном выражении (N_i) связаны функцией:

$$N_i = \arctg(k_i V_i - a) \frac{N_{\max}}{b} + \frac{N_{\max}}{c}, \quad (1)$$

где k_i – коэффициент чувствительности, a, b, c – константы, установленные эмпирическим путем, а N_{\max} – объем продаж, при котором увеличение вдвое объема товарной группы приводит к увеличению продаж не более, чем на 2%. Функциональная зависимость (1) наглядно иллюстрируется графиком (см. рис. 1). Первая точка перегиба связана с тем, что при малом объеме товарной группы покупатель не воспринимает предложенный ассортимент как возможность выбора и часто отказывается от покупки. Вторая точка перегиба свидетельствует о начинающемся насыщении ассортимента – товары конкурируют друг с другом, затрудняя выбор покупателя и заставляя его игнорировать незнакомые торговые марки. Кривая сбыта выше уровня N_{\max} приобретает характер асимптоты и отражает гипотетический сбыт, обусловленный уже не маркетинговым давлением, а экономическими условиями. Таким образом, предложенная формула более точно отражает динамику процесса насыщения сбыта, чем традиционные логистические кривые [6,7], часто используемые для описания экономических явлений.

Практическая ценность модели состоит в том, что на основании выражения (1) можно рассчитать оптимальный объем товарной группы при различных объемах средних товарных запасов по группе. В качестве критерия

оптимальности будем использовать рентабельность запасов R , которую предлагается рассчитывать по формуле:

$$R_i = \frac{N_i r_i}{V_i Z_i p_i},$$

где N_i – объем реализации i -той группы в натуральном выражении, r_i – средняя норма прибыли на единицу товара группы, V_i – объем товарной группы (наименований), Z_i – средние товарные запасы на наименование, p_i – удельная стоимость товарных запасов. Рис.1 наглядно иллюстрирует важное обстоятельство - один и тот же уровень рентабельности запасов $R_{1,2}$ достигается при разных объемах товарной группы (V_1 и V_2).

Функциональная зависимость (1) была сформулирована для использования в программном тренинге, где величина N_{\max} устанавливалась в качестве одного из начальных условий. Однако в реальной практике насыщение объема товарной группы связано, прежде всего, с покупательской активностью в зоне влияния торговой точки и условиями конкуренции. Понятие «широкий ассортимент» для покупателей столичного супермаркета и сельского магазина существенно отличается.

Таким образом, для прогнозирования сбыта при различных значениях объема товарной группы и величины товарных запасов следует решить такие задачи:

- определение коэффициента чувствительности k_i ;
- определение уровня насыщения сбыта N_{\max} по товарной группе.

Покажем, что функциональная зависимость (1) может использоваться в качестве инструмента поддержки принятия решений в реальных условиях.

По определению, на исследуемой кривой существует точки с координатами: (V_{\max}, N_{\max}) и (V_1, N_1) , связанные условиями: $V_1 = 2V_{\max}$; $N_1 = 1,02N_{\max}$. Тогда справедлива запись:

$$\arctg(2k_i V_{\max} - a) \frac{1}{b} - \arctg(k_i V_{\max} - a) \frac{1}{b} \leq 0,02. \quad (2)$$

Здесь V_{\max} – предельное количество наименований i -той товарной группы, установленное на основании предложений региональных поставщиков. Действительно, для конкретной торговой точки достижение уровня $V = V_{\max}$ будет означать достижение предельного уровня реализации, который может измениться только в случае изменения общей покупательской активности при изменении экономических условий. Решение уравнения (2) в Excel методом подбора параметров позволяет определить k_i товарной группы. Однако с целью упрощения программной реализации предлагаемой методики использовался следующий путь решения:

$$\frac{1,02N_{\max} - \frac{N_{\max}}{c}}{N_{\max}} b = \arctg(k_i 2V_{\max} - a) \Rightarrow \operatorname{tg}(1,02b - b/c) + \pi \tau = 2k_i V_{\max} - a,$$

где n – любое целое число или ноль. Тогда искомым коэффициент равен:

$$k_i = \frac{\operatorname{tg}(1,02b - b/c) + a + n\pi}{2V_{\max}}. \quad (3)$$

Последнее выражение задает семейство кривых, удовлетворяющих условию (2) и предполагает наличие нескольких вариантов значений N_{\max} . Множественность значений N_{\max} отражает зависимость уровня реализации конкретной торговой точки от сезонных колебаний спроса.

Коэффициент k_i дает представление о скорости насыщения сбыта, обусловленной конкретными геосоциальными особенностями зоны влияния торговой точки. Однако прогнозные данные могут быть получены только при установлении уровня N_{\max} , специфичного для каждой торговой точки и конкретного сезона. Для определения N_{\max} необходимо использовать реальные данные по (V_i, N_i) . В этом случае возможно применение метода наименьших квадратов:

$$\sum_{j=1}^G \left[N_{ij} - N_{\max} \left(\frac{\operatorname{arctg}(k_i V_{ij} - a)}{b} + \frac{1}{c} \right) \right]^2 \rightarrow \min, \quad (4)$$

где G – количество пар данных (V_i, N_i) , полученных на основе изучения учетной документации торговой точки.

Дифференцируя выражение (4) по N_{\max} получим:

$$\sum_{j=1}^G 2 \times \left[N_{ij} - N_{\max} \left(\frac{\operatorname{arctg}(k_i V_{ij} - a)}{b} + \frac{1}{c} \right) \right] \times \left(\frac{\operatorname{arctg}(k_i V_{ij} - a)}{b} + \frac{1}{c} \right) = 0,$$

или, в записи, удобной для последующей программной реализации:

$$N_{\max} = \frac{\sum_{j=1}^G 2N_{ij} \left(\frac{\operatorname{arctg}(k_i V_{ij} - a)}{b} + \frac{1}{c} \right)}{\sum_{j=1}^G 2 \times \left(\frac{\operatorname{arctg}(k_i V_{ij} - a)}{b} + \frac{1}{c} \right)^2}. \quad (5)$$

Тогда, при известной норме прибыли, удельной стоимости товарных запасов и среднемесячных товарных запасах, можно записать:

$$R_i = \frac{\operatorname{arctg}(k_i V_i - a) N_{\max} r_i / b + N_{\max} r_i / c}{V_i Z_i p_i}. \quad (6)$$

Для приведения формулы к виду, удобному для дифференцирования, введем следующие коэффициенты:

$$A = \frac{N_{\max} r_i}{Z_i p_i b}, \quad B = \frac{N_{\max} r_i}{Z_i p_i c}.$$

Условия экстремума функции (6) в области $V=1 \dots V_{\max}$ можно установить, дифференцируя ее по V_i . В результате получим выражение (7), с помощью которого определяется рекомендуемый объем i -той товарной группы $V_i = V_{\text{opt}}$:

$$\frac{A k_i}{V_i (1 + (k_i V_i - a)^2)} - \frac{\arctg(k_i V_i - a) A + B}{V_i^2} = 0. \quad (7)$$

Учитывая то, что V_i принимает целочисленные значения в области $[1, V_{\max}]$, решение уравнения (7) удобно организовать путем подбора значений.

Апробация модели проводилась на основе данных, предоставленных тремя торговыми точками г. Желтые Воды. В качестве примера в табл. 1 приведен фрагмент расчета оптимального значения объемов товарных групп V_{opt} . По результатам расчетов в среде Excel генерировались графики, примеры которых изображены на рис. 2, 3.

Графическое отображение результатов позволило более наглядно представить последствия возможных маркетинговых решений. На рис. 2, например, показан случай, когда потенциал товарной группы раскрыт не полностью. Максимальная рентабельность запасов может быть достигнута при увеличении объема товарной группы.

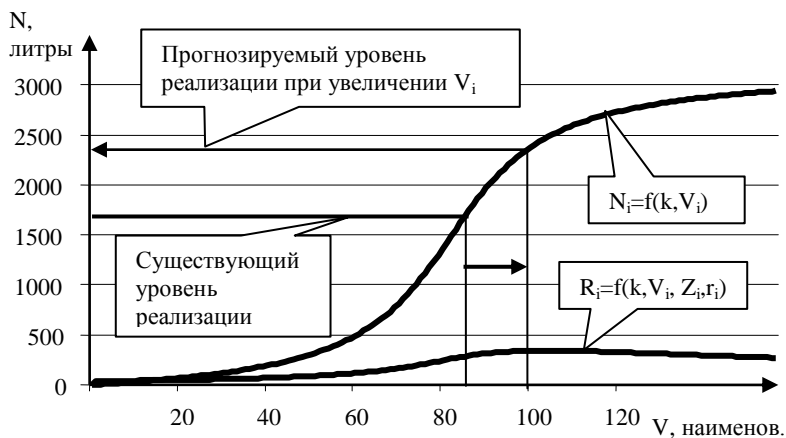


Рис. 2. Анализ объема товарной группы «Соки»

Результаты расчета V_{opt} по отдельным товарным группам

Наименования товарных групп	Средние товарные запасы на единицу ассортимента, Z	Коэффициент чувствительности ассортимента, k	N_{max}	Средняя торговая наценка на единицу, грн	A	B	V_{opt}
Мясо (птица)	248	0,467	12411	1,27	5,66486	7,75520	13
Колбасн. изд.	15	0,038	20498	2,00	280,653	384,215	162
Масло слив.	47	0,290	1408	1,51	3,67869	5,03613	22
Сахар	554	3,263	4997	0,33	2,31836	3,1738	4
Конфеты	15	0,018	4718	2,06	33,9579	46,4884	267
Печенье	33	0,048	6001	1,24	26,1151	35,751	149
Соль	1101	2,802	1228	0,09	0,1315	0,18009	3
Хлеб	2	0,563	10953	0,23	32030,5	43849,7	30
Мука	267	1,709	962	0,22	0,32508	0,44504	4
Соки	16	0,060	2960	0,52	9,83999	13,4709	105
Безалк. нап.	43	0,098	6514	0,33	5,47409	7,49403	58
Водка	10	0,037	2106	2,08	60,2571	82,4920	169
Коньяк	7	0,189	210	6,33	36,8462	50,4425	32
Вино	6	0,029	1040	2,15	66,1017	90,4932	218

Рис. 3, напротив, иллюстрирует случай, когда целесообразно сокращение объема товарной группы, или уменьшение товарных запасов.

Выводы. Проведенный анализ используемых подходов к оптимизации ассортимента и товарных запасов показал, что указанные задачи решаются без учета их взаимосвязи, а основной недостаток традиционного планирования от достигнутого уровня заключается в возможности системных ошибок в оценке спроса. Предложенная математическая модель отражает комплексный подход к планированию и связывает объем товарной группы,

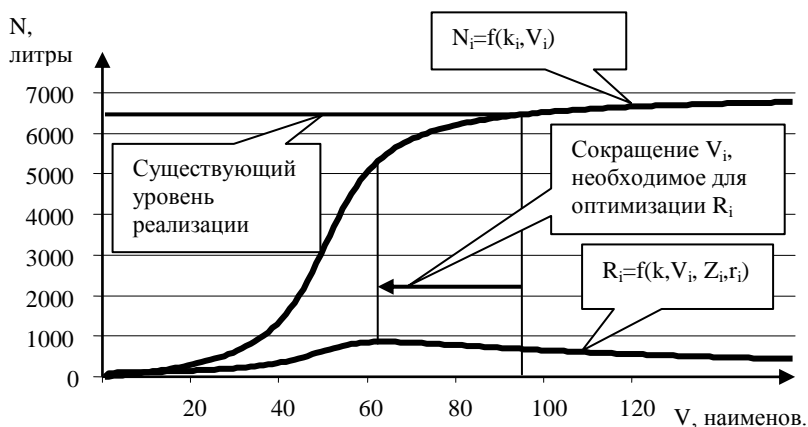


Рис. 3. Анализ объема товарной группы «Безалкогольные напитки»

товарные запасы, реализацию в натуральном выражении и рентабельность запасов. Практическая ценность модели состоит в том, что она позволяет рассчитать оптимальный объем товарной группы при различных объемах средних товарных запасов по группе.

Графическая интерпретация предложенной модели наглядно отражает последствия решений, связанных с планированием продаж. Модель успешно использовалась для оценки рыночного потенциала на трех предприятиях розничной торговли продуктами питания. В настоящее время проходит более масштабная ее апробация.

- Список литературы:** 1. Мазаракі А.А., Лігоненко Л.О., Ушакова Н.М. Економіка торгівельного підприємства. Підручник Під ред. Н.М. Ушакової // Київ: „Хрещатик”.- 1999.- 800 с. 2. Holmström, J., 1998, "Handling product range complexity: a case study on re-engineering demand forecasting", Business Process Management Journal, 4, 3, 241-58. 3. Reese, S., 2000, "The human aspects of collaborative forecasting", Journal of Business Forecasting Methods & Systems, 19, 4, 3-9. 4. Smaros J., Hellström M. Using the assortment forecasting method to enable sales force involvement in forecasting// International Journal of Physical Distribution & Logistics Management ,Volume 34 Number 2 2004 .-p. 140-157. 5. Сайко В.В. Моделирование ассортиментной политики торгового предприятия в программном тренинге //Економіка: теорія та практика. Вип. 114. – Дніпропетровськ: Наука і освіта, 2003 – с. 44-54. 6. Трояновский В.М. Математические модели в менеджменте.- М.: Издательство РДЛ. 2003.- 256с. 7. Быковская И.В., Плотников С.В., Подчернин В.М. К вопросу о формировании маркетингового бюджета // Маркетинг в России и за рубежом.- 2001.- №6(26). – с. 46-52.

Поступила в редколлегию 27.03.06