

О ПРОГНОЗИРОВАНИИ ПРОДАЖ ФИРМЫ

В. А. Морозов

Белорусский государственный университет

Минск, Беларусь

E-mail: vmorozov@by.byelx.com

В статье рассматриваются некоторые подходы к решению задачи прогноза продаж с использованием статистических моделей временных рядов.

Ключевые слова: временной ряд, АРСС.

КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАДАЧ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРОДАЖ

Задачи прогнозирования продаж можно разделить на 2 класса:

- задачи прогнозирования односерийных рядов;
- задачи совместного прогнозирования взаимовлияющих рядов.

В первый класс входят задачи построения прогноза продаж одного товара. Хотя в ассортименте фирмы может быть очень много товаров, прогноз одного товара строится для каждого товара так, как если бы товар был только один. Не учитывается влияние товаров друг на друга и внешних факторов на продажи изучаемого товара.

Возможна ситуация, когда анализ проводится с учетом взаимовлияний товаров друг на друга или влияния внешних факторов на один или несколько товаров. Кроме вышеназванной особенности постановки задачи (один ряд или много рядов) при построении прогноза, необходимо учитывать объективное свойство временных рядов продаж – сезонность. Если при рассмотрении внешнего вида кривой, нельзя сделать каких-либо надежных предположений о повторяемости формы кривой через равные промежутки времени, тогда ряд можно рассматривать как несезонный. Каждый ряд описывает продажи товаров или поведение факторов, которые влияют на продажи товаров. Это ситуация возникает тогда, когда объемы продаж нескольких товаров одновременно подвержены сезонным колебаниям. Обычно в этом случае влияние товаров друг на друга значительно меньше воздействия фактора сезонности. Можно строить долгосрочные прогнозы с учетом свойства сезонности. Для этого используются сезонные методы прогнозирования.

Но можно строить краткосрочные прогнозы. В этом случае сезонность на малых периодах построения прогноза (3–4 дня) незаметна. В «масштабе» краткосрочных дневных прогнозов годовые колебания спроса будут незаметны. И в этом случае следует учитывать взаимовлияние рядов и воздействие внешних факторов. Действительно, на точность формируемого прогноза мультирядов параметр сезонности оказывает незначительное влияние. Сам период построения прогноза достаточно мал

(краткосрочный прогноз), чтобы увидеть влияние сезонности. Так, при весеннем повышении активности продаж целесообразно исследовать дневные продажи и, следовательно, строить упреждающий прогноз на несколько дней.

УСЛОВИЯ ПРИМЕНИМОСТИ

Задачи прогнозирования продаж можно разделить на 2 класса:

- Обширность товарного ассортимента

Компания «O&V» специализируется на продажах широкого ассортимента товаров, различных товарных групп. Таким образом, требуется прогнозировать мультиряды товаров.

- Взаимовлияние между продажами товаров

Наблюдаются значительные взаимовлияния между товарами, а также взаимозаменяемость товаров, товарная конкуренция. Это обстоятельство повлекло за собой исследование взаимосвязей между отдельными временными рядами.

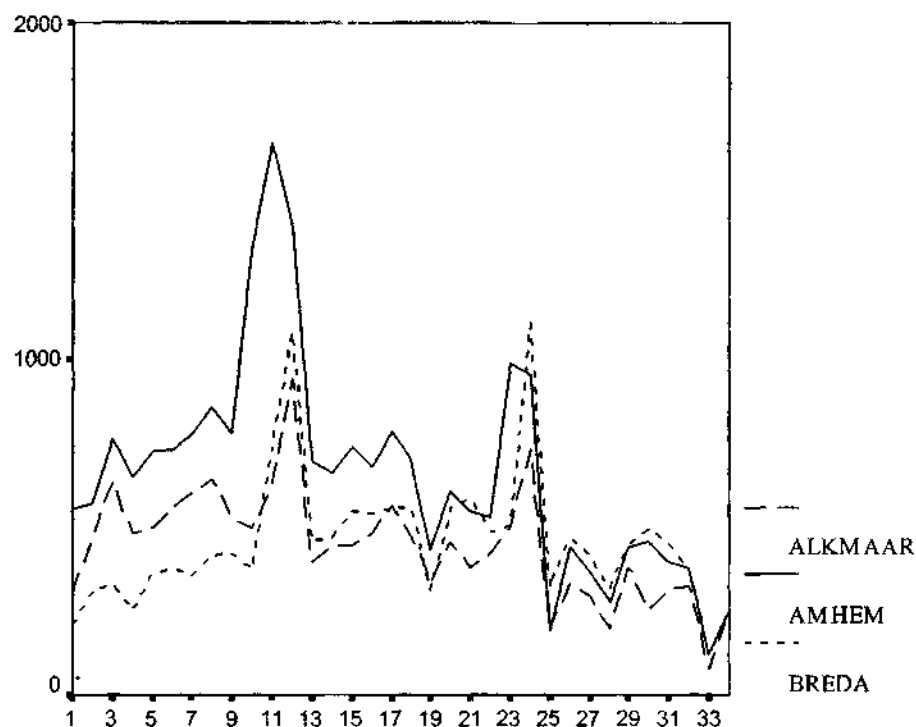
- Изменчивость обстановки при принятии решений

Условия продаж товаров очень часто меняются спонтанно. Поэтому реализована система автоматического выбора наиболее адекватной модели.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ МОДЕЛИ

Первым этапом построения прогнозов продаж является этап подбора математической модели, наиболее адекватно описывающей реальные временные ряды. При решении данной задачи для фирмы «O&V» требовалось учитывать то, что статистика продаж магазинов данной фирмы имела максимум за 2,5 года, по тысячам артикулов ежемесячно и понедельно. На рисунке приведены графики продаж одного вида товара для трех магазинов.

На первом этапе предполагалось строить одношаговый прогноз на основе только месячных данных, без учета других (например, макроэкономических или экспертных) оценок. Таким образом, небольшое количество данных не позволяло строить модели данных с учетом сезонности. Вместо этого для получения стационарных рядов была предложена процедура сглаживания значений ряда, классифицированных как выбросы, посредством скользящего среднего заданного порядка m (1, 2) для исследуемого ряда, а также для совокупности рядов продаж нескольких магазинов с сильной корреляционной зависимостью. Выбросом считалось значение временного ряда, не попадающее в квартильный размах. В дальнейшем предполагается корректировать значения временного ряда с учетом количества рабочих дней в месяце, вводить аддитивные или мультипликативные месячные поправки (например, учитывать существенное увеличение продаж подарочных товаров в пред Рождественский период).



После предварительной обработки ряда необходимо было выбрать тип модели, наиболее адекватно описывающий реальные данные. Исследовались два класса моделей: экспоненциального сглаживания

$$S_t = \alpha * X_t + (1 - \alpha) * S_{t-1}$$

и АРПСС (авторегрессия проинтегрированное скользящее среднее) порядка (p, d, q) ,

$$\sum_{i=0}^p a_i X_{t-i} = \sum_{j=0}^q b_j W_{t-j},$$

где $\{a_i\}, i = 1, \dots, p$ – параметры авторегрессии, $\{b_j\}, j = 1, \dots, q$ – параметры скользящего среднего, X_t – конечная разность порядка d исходного временного ряда.

Для проверки стационарности исследовались автокорреляции остатков. Для оценивания порядков p, q использовались критерии АИС (Akaike Information Criterion) и ВИС (Binomial Information Criterion). В качестве параметра α в модели экспоненциального сглаживания использовалось значение 0,1. Все исследования были проведены с использованием статистических пакетов STATISTICA 6.0 и SPSS 10.0. Основной характеристикой при выборе наилучшей модели являлась сумма квадратов остатков. Результаты исследований по модели АРПСС(p, d, q) для одного вида товара и двух магазинов приведены в таблице.

(p, d, q)	Станд. откл.	SSE	AIC
(2,1,0)	103	301471	367
(1,1,1)	107	323393	369
(0,1,2)	107	321850	369
(1,1,0)	116	385508	373
(2,0,0)	114	372698	385

Окончание

(p, d, q)	Станд. откл.	SSE	AIC
(2,1,0)	121	404897	376
(1,1,1)	121	407321	376
(0,1,2)	121	406406	376
(1,1,0)	127	458000	378
(2,0,0)	1123	410650	388

ПРОГНОЗ ПРОДАЖ

В результате исследований было выяснено, что наиболее предпочтительными моделями являются модели АРСС (2,1,0), АРСС (1,1,1) и АРСС (0,1,2). Модели экспоненциального сглаживания являлись наименее подходящими. Следующим этапом является разработка встроенного в систему управления фирмой JAVA пакета, включающего методы статистического прогнозирования продаж O&V по каждому виду товаров для каждого магазина, для стран и всей фирмы в целом, с возможностью визуализации в Интернете и подготовки отчетов. В качестве методов прогнозирования решено использовать алгоритм Дурбина – Левинсона. В связи с тем, что подобранные модели являются несложными, то и сами алгоритмы будут простыми в вычислительном плане, а следовательно, и высокоскоростными, что немаловажно при наличии большого объема данных. В дальнейшем предполагается модернизация алгоритмов и моделей, в основном на этапе предварительной обработки данных с целью получения гарантированно стационарных временных рядов. Основной конечной целью использования системы прогнозирования является разработка оптимальных алгоритмов управления товарными потоками в центральном офисе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бокс Дж., Дженкинс Г. Анализ временных рядов. Прогноз и управление. М.: Мир, 1974. Вып. 1, 2.