

## ОЦЕНИВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ КОМПАНИИ НА РЫНКЕ СОТОВОЙ СВЯЗИ\*

Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия

Для модели поведения на рынке фирмы-оператора сотовой связи формулируется и решается задача оценивания положения компании на рынке, в том числе и с целью прогнозирования состояния рынка сотовой связи. Модель учитывает наличие компаний-конкурентов, а также параметры, влияющие на выбор потенциальными абонентами той или иной компании.

Построена модель функционирования сотовой компании в условиях конкуренции [1, 2] и изменяющейся рыночной ситуации (фактически, модель рынка сотовой связи), имеющая вид:

$$\left. \begin{aligned} x_{k+1}^1 &= x_k^1 + T a_1 (N - I(1 - K)x_k^1 - g_2 x_k^3 - x_k^1 - x_k^2)(a_1 x_k^1 + b u_1) + x_k^1; \\ x_{k+1}^2 &= x_k^2 + T a_2 (N - x_k^1 - x_k^2)(a_2 x_k^1 + a_3 x_k^2 + b u_2) + x_k^2; \\ x_{k+1}^3 &= x_k^3 + T a_3 (N - g_0 x_k^3)(a_4 x_k^1 + a_5 x_k^2 + a_6 x_k^3) + x_k^3, \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где  $x_k^1$  – количество абонентов компании;  $x_k^2$  – количество абонентов у сотовой компании-конкурента;  $x_k^3$  – количество потенциальных абонентов, понимающих, что тариф, предлагаемый конкурентом, лучше;  $N$  – общее число потенциальных абонентов в регионе;  $x_k^i$ ,  $i = 1, 2, 3$  – ошибка, характеризующая расхождение уравнений модели и реальной динамики изменения количества абонентов;  $K_k$  – коэффициент, отражающий качество сотовой связи компании;  $a_i$ ,  $i = 1, 2, 3$ ,  $I, g_0, g_2, b u_1, b u_2$  – некоторые постоянные (известные);  $a_i$ ,  $i = 1, 2, 3, 4, 5, 6$  – параметры, учитывающие влияние рекламы, тарифов, особенности поведения людей и т.д. на выбор компании – оператора сотовой связи;  $T$  – период дискретизации (интервал времени, с которым поступает информация о количестве новых абонентов; в данном случае равен одному дню);  $k = 0, 1, \dots, K$ .

Уравнения информационной системы компании, наблюдающей за состоянием рынка сотовой связи, имеют вид

$$y_{k+1}^1 = x_{k+1}^1 + h_{k+1}^1, \quad y_{k+1}^2 = x_{k+1}^2 + h_{k+1}^2, \quad (2)$$

где  $h_{k+1}^1, h_{k+1}^2$  – ошибки измерения (ошибки в определении) количества подключений к услугам компании и конкурента соответственно за  $k$ -й период времени.

Приводится решение задачи оценивания состояния и параметров методами калмановской фильтрации и методами минимаксного оценивания. Показано, что применение предложенных алгоритмов позволяет повысить точность оценок состояния и ряда параметров в несколько раз.

Кроме того, рассматривается случай, когда данные по компании-конкуренту поступают с меньшей частотой, чем данные по своей компании, а также с некоторым запаздыванием. Это в большей степени соответствует реальности, что обусловлено сложностью получения оперативных данных о состоянии конкурента. Другими словами, величина  $x_k^2$  измеряется нерегулярно и эти измерения соответствуют некоторому моменту времени в прошлом.

Для организации решения задачи оценивания в данных условиях предлагается следующий подход. При поступлении в момент времени  $t + \Delta t$  очередных данных о величине  $x_k^2$ , соответствующих моменту времени  $t$ , необходимо вернуть фильтр в состояние, соответствующее этому моменту времени и сделать итерацию фильтра, учитывающего

\* Работа поддержана грантом РФФИ–Урал проект № 04-01-96078

поступившее измерение. Т.к. на данной итерации имеется информация не только о количестве абонентов компании, но и конкурента, то уравнения информационной системы имеют вид (2). В остальных случаях доступная информация ограничивается только величиной  $y_k^1$ . Т.е. фактически используется два фильтра. Показывается, что применение данного подхода позволяет в несколько раз повысить точность прогнозирования состояния рынка сотовой связи.

#### Литература

1. А.Б. Блинов, А.И. Коблов, В.И. Ширяев. Модели поведения абонентов на конкурентном рынке // Стратегическое планирование и развитие предприятий. Секция 2. - М.: ЦЭМИ РАН, 2004. с. 31-32.
2. Ширяев В.И., Смолин В.В. Оценивание и прогнозирование состояния и параметров компании сотовой связи // Материалы третьей междисциплинарной конференции ("НБИТТ-21"). Петрозаводск, 21-23 июня 2004. - С.84-85.