

## АЛГОРИТМ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ЦЕН В ЭЛЕКТРОННОЙ КОММЕРЦИИ

Мангалова Е.С.

научный руководитель канд. техн. наук Шестернева О.В.

*Сибирский государственный аэрокосмический университет им. ак. М.Ф. Решетнева*

С развитием информационных технологий и электронной коммерции проблема автоматической оптимизации цен получает все большее значение. Применение интеллектуальных стратегий ценообразования позволяет значительно увеличить рентабельность. Помимо алгоритмов автоматической оптимизации цены для каждого продукта в интернет-магазине, большое внимание уделяется синтезу специальных алгоритмов, предназначенных для решения задач оптимизации цен на комбинированные продукты, на продукты-аналоги и с целью быстрой распродажи скоропортящихся продуктов.

Процедуру автоматического ценообразования можно представить в виде адаптивной системы управления (см. рис. 1). На первом этапе происходит построение модели процесса  $\hat{Q}_s(P)$  продаж на основании имеющейся предыстории – выборки, содержащей цены  $P_i$  на продукт и объемы его продаж  $Q_i$  за определенный период  $i = 1, 2, \dots, s$ . На втором этапе определяется оптимальная цена  $P^*$  для следующего момента времени  $s + 1$  из условия максимума критерия:

$$W(P) = \hat{Q}_s(P)(P - P_{\min}) \rightarrow \max_P. \quad (1)$$

После получения нового элемента выборки ( $s = s + 1$ ) происходит коррекция модели  $\hat{Q}_s(P)$ .  $\varepsilon_s$  - неконтролируемые и ненаблюдаемые факторы.

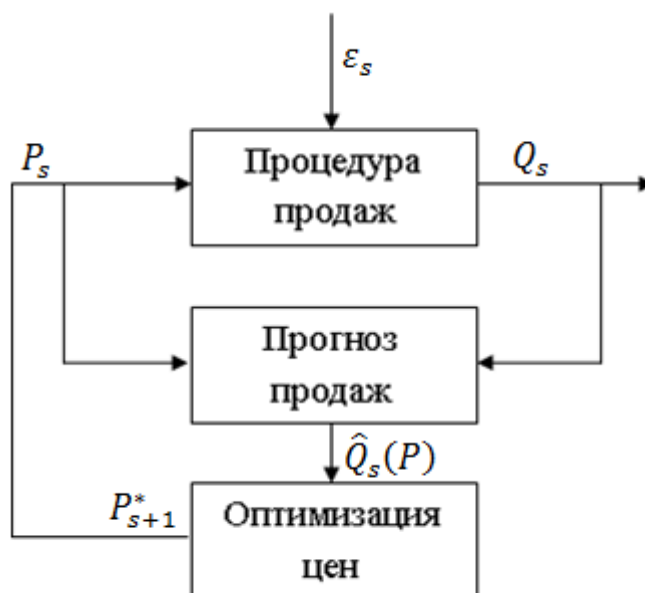


Рисунок 1. Схема алгоритма оптимизации цены для одного продукта

Данная схема алгоритма может быть обобщена на случай синхронной оптимизации цен на группу из  $M$  товаров.

Стоит отметить важную роль минимального допустимого интервала между изменениями цен: эта величина, с одной стороны, должна быть достаточно мала для того, чтобы процедура синтеза алгоритма автоматического ценообразования занимала максимально короткое время, с другой стороны, с уменьшением дискретности растет влияние случайных факторов. Данный факт является серьезным ограничением максимального значения  $M$ , при котором возможно построение относительно качественной модели (ограниченность выборки и большое количество не учитываемых факторов). Интеллектуальные алгоритмы ценообразования не могут быть использованы в качестве алгоритмов установления наличия связей между полным набором имеющихся продуктов вследствие ограниченности мощности множества товаров, рассматриваемых в совокупности.

Для решения проблемы выбора минимального допустимого интервала между изменениями цен предлагается использовать группировку  $d$  минимальных допустимых интервалов и построения оценки зависимости суммарных продаж  $\hat{Q}_s^{sum}(P^{av})$  за укрупненный период от средней цены  $P^{av}$  с последующим разбиением оценки прогнозов суммарных продаж  $\hat{Q}_s^{sum}$  на прогнозы для желаемых интервалов времени  $\hat{Q}_s(P)$  (см. рис. 2).

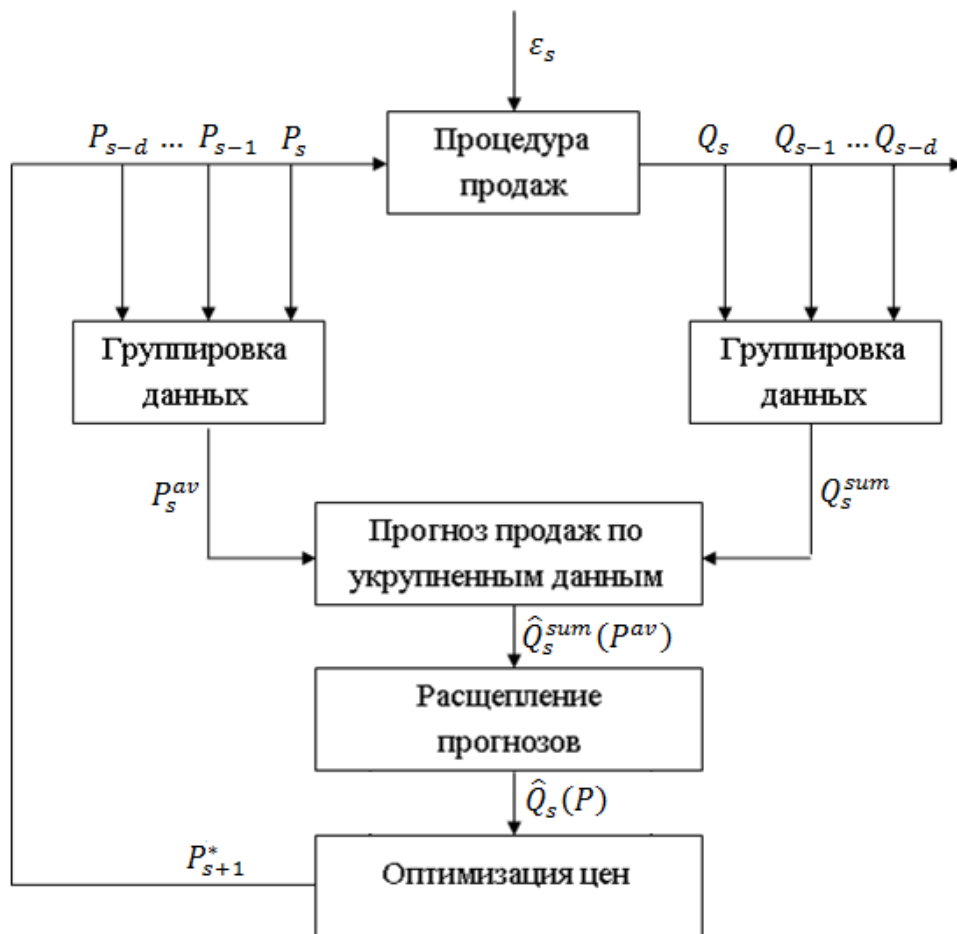


Рисунок 2. Схема алгоритма оптимизации цены с использованием группировки минимальных допустимых интервалов изменения цены и последующим расщеплением прогнозов

В качестве примера рассмотрим задачу Data Mining Cup 2012 [1], посвященную прогнозированию продаж онлайн-магазина. Данные содержат историю продаж 570 различных товаров за 42 дня. На рис. 3 приведена зависимость между ценой и дневными продажами товара #1, на рис. 4 – зависимость между недельными продажами и средней ценой.

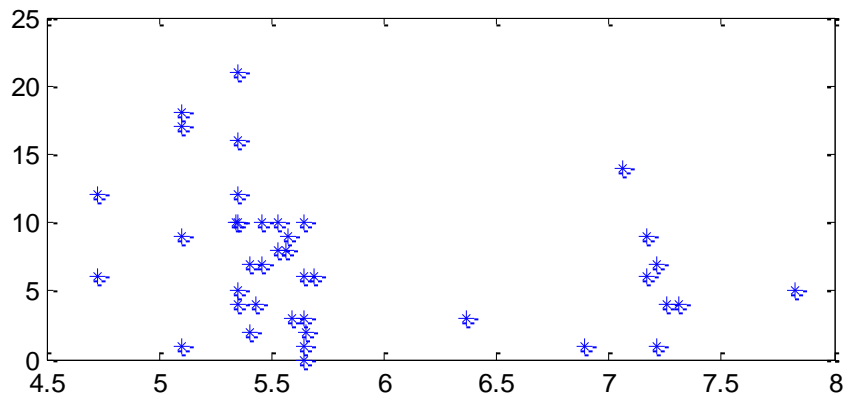


Рисунок 3. Зависимость дневных продаж продукта #1 от цены

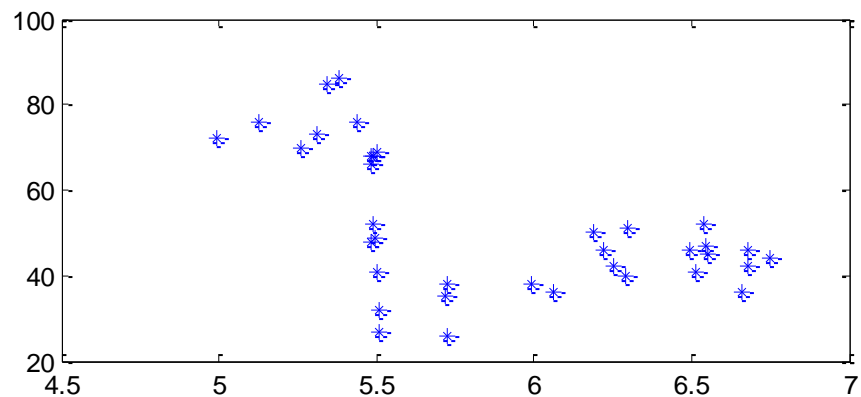


Рисунок 4. Зависимость недельных продаж продукта #1 от средней цены

Оценка зависимости недельных продаж  $\hat{Q}_s^{sum}(P^{av})$  от средней цены  $P^{av}$  может быть построена при помощи нейронной сети [2] или непараметрической оценки Надарая-Ватсона [3]. Прогнозы продаж, полученные в результате применения непараметрической оценки регрессии, приведены на рис. 5.

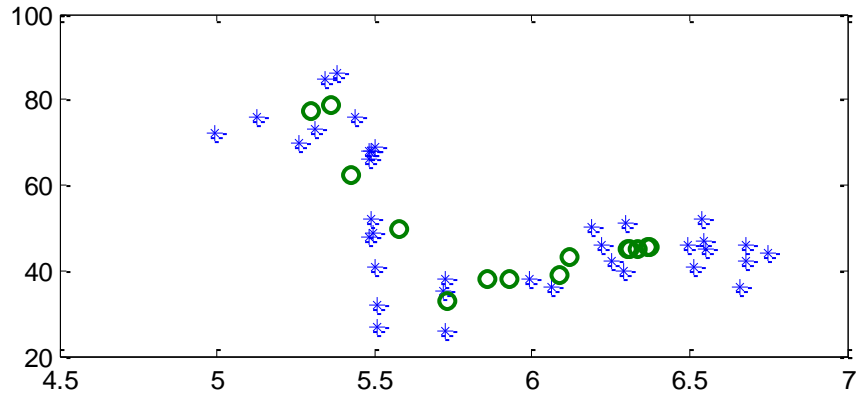


Рисунок 5. Зависимость недельных продаж продукта #1 от средней цены и прогноз недельных продаж

В результате максимизации критерия (1) на последующих итерациях будем получать оптимальные средние цены из области, приведенной на рис. 6.

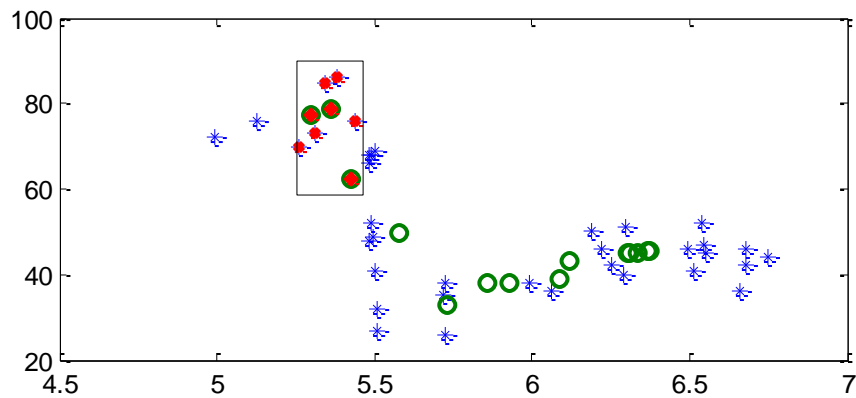


Рисунок 6. Область оптимальных средних цен

Описанный алгоритм позволяет получать качественные прогнозы продаж спустя относительно небольшой период наблюдений, как в случае оптимизации цены на конкретный продукт, так и в случае синхронной оптимизации цен на несколько продуктов.

Список литературы:

1. Data Mining Cup, <http://www.data-mining-cup.de/>, дата обращения 15.10.2012.
2. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс = Neural Networks: A Comprehensive Foundation. — 2-е. — М.: «Вильямс», 2006.
3. Хардле В. Прикладная непараметрическая регрессия, М. Мир, 1993.