

# **МЕТОД ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРОДАЖ И ОЦЕНКИ СПРОСА ТОВАРОВ ПРИ ПОМОЩИ АППАРАТА ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ**

Грабовская Е.С.

Научный руководитель – д.т.н, проф. Машталир С.В.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники

(61166, Харьков, пр. Науки, 14, каф. Информатики, тел. (057) 702-14-19)

email: katernyna.hrabovska@nure.ua

This work is dedicated to creating a customer relationship management application and based on application's data build a time series forecast to predict sales and demand for certain products. This CRM application will help to maintain contact with clients, log calls, keep a record of deals and have access to customer's data, that is shared by customer, to offer better options for each client. To help the manufacturer to exclude irrelevant products and have an insight into forecasted sales based on existing data of sales, the application will also provide a time series long-term and short-term forecasts.

Сегодня сложно представить бухгалтерский, складской, управленческий или финансовый учет, без применения специального программного обеспечения. Однако учет и анализ взаимоотношений с клиентами часто ведётся без использования программных средств. Такие задачи решает внедрение автоматизации и стандартизации управления отношений с клиентами, т.е. CRM-система. CRM – это система управления информацией о клиентах (customer relationship management). В широком смысле, CRM – это технология или стратегия, разработанная для того, чтобы помочь предприятиям улучшить отношения с клиентами. На рынке CRM чаще всего относится к конкретным инструментам, обычно веб-приложениям или программному обеспечению.

Правильный прогноз на основе CRM позволит исключить из производства товары, которые не пользуются спросом и также скорректировать политику продаж. Использование временных рядов позволит собрать информацию CRM системы и построить на её основе прогнозы.

Временной ряд – это последовательность значений, описывающих протекающий во времени процесс, измеренных в последовательные моменты времени, обычно через равные промежутки. Данные упорядочиваются относительно неслучайных моментов времени, и содержат в себе дополнительную информацию, которую можно извлечь.

Для анализа временных рядов я буду использовать две модели – модель ARIMA и модель Хольта-Винтерса.

Модель ARIMA (autoregressive integrated moving average) – один из самых распространенных методов для анализа и прогнозирования временных рядов. Эта модель использует в качестве основных параметров  $(p,d,q)$ , которые выражаются целыми неотрицательными числами.

- $p$  – порядок авторегрессии (AR), который позволяет включить прошлые значения в текущую модель
- $d$  – порядок интегрирования. Включает в модель разности временных рядов (количество прошлых временных точек, которые необходимо вычесть из текущего значения).
- $q$  – порядок скользящего среднего (MA). Позволяет установить погрешность модели как линейную комбинацию ошибок, которые наблюдались ранее.

Построение модели ARIMA происходит в несколько этапов:

- Происходит идентификация модели – ряд тестируется на стационарность с целью определения степени его интеграции.
- Строят выборочные автокорреляционные и частные автокорреляционные функции. С помощью них формулируются гипотезы о возможных порядках авторегрессии ( $p$ ) и скользящего среднего ( $q$ ).
- Для каждой из выбранных в соответствии с выдвинутыми гипотезами моделей производится оценка параметров и вычисление остатков.

Далее производится проверка на адекватность всех построенных моделей, и по результатам этой проверки выбирается самая простая модель – модель, имеющая наименьшее количество параметров.

Модель Хольта-Винтерса – метод тройного экспоненциального сглаживания. В качестве модели временного ряда используется его представление в виде комбинации линейного тренда с сезонной составляющей, наложенной мультипликативно. Данная модель учитывает экспоненциальный тренд и сезонность.

Для построения модели Хольта-Винтерса необходимо выполнить следующие шаги:

- рассчитать экспоненциально сглаженный ряд;
- определить значение тренда;
- оценить сезонность.

Кроме того, необходимо оценить точность прогноза. Для этого выполняются следующие шаги:

- рассчитываются значения прогнозной модели;
- рассчитываются ошибки модели;
- путем определения отклонения ошибки модели от прогнозной модели рассчитывается точность прогноза.

Безусловно, уже имеются программные решения данной проблемы, однако, существует необходимость разработки решения, которое, помимо отображения статистических данных в графическом виде, будет позволять удобно строить прогноз на основе временных рядов, без использования сторонних приложений или загрузки обрабатываемых данных в сторонние сервисы.