

полнять в оперативной памяти и реже использовать последовательный доступ к файлу данных.

Следующим этапом работы по оптимизации программы является изменение интерфейса набора данных. Переход от табличного ввода данных с предварительной нумерацией узлов и ветвей к визуальному конструированию электрической сети с автоматической нумерацией узлов и ветвей уменьшит время набора и редактирования параметров сети.

АНАЛИЗ МЕТОДА ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНОГО СГЛАЖИВАНИЯ И ВЫБОР ЗНАЧЕНИЯ КОНСТАНТЫ СГЛАЖИВАНИЯ

Д. А. Турко

*Национальный аэрокосмический университет имени Н. Е. Жуковского,
г. Харьков, Украина*

Научный руководитель В. М. Вартамян

Для большинства украинских предприятий маркетинговое управление становится одним из условий выживания и успешного функционирования. При этом обеспечение эффективности такого управления требует умения предусматривать вероятное будущее состояние предприятия и среды, в котором оно существует, чтобы своевременно предупредить возможные сбои в работе. Это достигается с помощью прогнозирования как плановой, так и практической работы предприятия по всем направлениям его деятельности, и, в частности, в области прогнозирования сбыта продукции (товаров, работ, услуг).

Переход к рыночной экономике требует проведения серьезных превращений в процедуре реформирования сбытовой политики отечественных предприятий на основе научно обоснованных методов прогнозирования. Вот почему целью данного доклада является анализ метода экспоненциального сглаживания и разработка рекомендаций по его усовершенствованию.

Экстраполятивный подход допускает, что экономическое развитие происходит гладко и беспрестанно, потому прогноз может быть простой проекцией (экстраполяцией) прошлого в будущее. Для составления такого прогноза необходимо сначала оценить прошлые показатели деятельности предприятия и тенденции их развития (тренды), потом перенести эти тенденции в будущее. Экстраполятивный подход очень широко применяется в прогнозировании и, так или иначе, отражается в большинстве методов прогнозирования.

Экспоненциальное сглаживание – это очень популярный метод прогнозирования многих часовых рядов. Метод экспоненциального сглаживания дает возможность получить оценки параметров тренда, которые характеризуют не средний уровень процесса, а тенденцию, которая сложилась на момент последнего наблюдения. Этот метод позволяет оценить параметры модели, которая описывает тенденцию, которая сформировалась в конце базисного периода. Он не просто экстраполирует действующие зависимости в будущее, а приспосабливается, адаптируется к условиям, которые изменяются во времени.

Метод экспоненциального сглаживания используется при кратко- и среднесрочном прогнозировании. В сравнении с другими методами прогнозирования данный метод имеет свои преимущества. В их числе необходимо отметить точность метода, которая увеличивается с увеличением числа уровней динамического ряда. Также его преимущества заключаются в том, что он не требует большой информа-

ционной базы и допускает ее интенсивный анализ с точки зрения информационной ценности разных членов часовой последовательности. Модели, которые описывают динамику показателя, имеют простую математическую формулировку, а адаптивная эволюция параметров позволяет отбить неоднородность и текучесть свойств часового ряда.

Однако в методе экспоненциального сглаживания существуют проблемы, которые ставят под сомнение возможность его постоянного использования. При практическом использовании метода экспоненциального сглаживания возникают некоторые трудности. Основной из них является выбор значения константы сглаживания. Отсутствует точный метод для выбора ее оптимальной величины. В данной работе предлагается методика определения оптимальной величины константы сглаживания α , которая существенно влияет на результат прогноза.

От численного значения константы α зависит, насколько быстро будет уменьшаться вес предыдущих наблюдений, и в соответствии с этим, степень их влияния на сглаженный уровень. Чем большее значение константы сглаживания α , тем меньше отражается влияние предыдущих уровней и соответственно более малым оказывается сглаживающее влияние экспоненциальной средней. Если α близкая к единице, то это приводит к учету в прогнозе в основном влияний лишь последних наблюдений; если α близкая к нулю, то веса, на которых взвешиваются объемы продаж в часовом ряду, уменьшаются медленно, то есть при прогнозе учитывается все (почти все) наблюдения. Поиск компромиссного значения константы сглаживания составляет задачу оптимизации модели, которая до сих пор до конца еще не решена.

Особенность метода экспоненциального сглаживания заключается в том, что в процедуре выравнивания каждого наблюдения используются только значения предыдущих уровней ряда динамики, взятых с определенным весом. Вес каждого наблюдения уменьшается в меру его отдаления от момента, для которого определяется сглаживающее значение. Сглажено значение уровня ряда F_t на момент t определяется по формуле (1):

$$F_t = \alpha A_{t-1} + \sum_{i=1}^{t-2} \alpha(1-\alpha)^i A_{t-(i+1)}, \quad (1)$$

где F_t – прогноз; α – вес или константа сглаживания ($0 < \alpha < 1$); $A_{t-(i+1)}$ – текущие продажи прошлого периода.

Зависимость (1) может быть представлена в следующей форме:

$$F_t = \alpha A_{t-1} + \alpha(1-\alpha)A_{t-2} + \alpha(1-\alpha)^2 A_{t-3} + \alpha(1-\alpha)^3 A_{t-4} + \dots + \alpha(1-\alpha)^n A_{t-n}. \quad (2)$$

Автор метода экспонентного сглаживания, английский ученый Р. Г. Браун, предложил следующую формулу расчета α :

$$\alpha = \frac{2}{m+1}, \quad (3)$$

где m – число уровней, которые входят в интервал сглаживания. Величина m , следовательно, и α определяются в этом случае эмпирически. В качестве удовлетворительного практического компромисса он рекомендует брать α в границах от 0,1 до 0,3.

Поиск оптимального значения константы сглаживания адаптивных моделей полиномов может осуществляться также путем перебора разных ее значений. В этом случае в качестве оптимального выбирается то значение α , при котором получена наименьшая дисперсия ошибки прогнозирования, вычисленная при реализации процедуры сглаживания всего ряда динамики, или на неиспользованном в расчетах участке ряда, специально оставленном для проверки в качестве прогнозных моделей.

При оценивании оптимального значения α с помощью данных константа сглаживания часто ищется с поиском по сетке. Возможные значения константы разбиваются сеткой с определенным шагом. Например, рассматривается сетка значений от $\alpha = 0,1$ к $\alpha = 0,9$, с шагом $0,1$. Потом выбирается α , для которой сумма квадратов (средних квадратов ли) остатков (наблюдаемое значение минус прогнозы на шаг вперед) является минимальной.

Точность модели прогнозирования может быть определена сравнением прогнозного значения с текущим значением, которое наблюдается в данный момент. Ошибка прогноза определяется по формуле:

$$\text{Ошибка } \vec{\text{прогноза}} = \text{Спрос} - \text{Прогноз}. \quad (4)$$

Значения ошибок прогноза $\varepsilon_{\text{сао}}$ для модели (1) оцениваются средним абсолютным отклонением (САО). Оно рассчитывается суммированием абсолютных значений индивидуальных ошибок прогноза и делением на число периодов данных n :

$$\varepsilon_{\text{сао}} = \frac{\sum_{i=1}^n |\text{Ошибки } \vec{\text{прогноза}}|}{n}. \quad (5)$$

Лучшим будет такое значение константы сглаживания α , при котором $\varepsilon_{\text{сао}}$ будет наименьшим.

Рядом со средним абсолютным отклонением в прогнозировании также используется другой измеритель ошибок – среднеквадратическое отклонение $\varepsilon_{\text{сқо}}$. Среднеквадратическое отклонение – это среднее от квадрата разницы между прогнозными и текущими значениями.

Процесс выбора константы сглаживания связан с анализом сложной зависимости полинома между используемыми оценками ошибок прогнозирования и величиной константы приглаживания и может быть сведен к графоаналитическому решению задачи.

Предлагаемая процедура определения константы сглаживания, в отличие от методик, рассмотренных в других работах, позволяет учесть влияние ошибки первичного прогноза и предусматривает следующую последовательность действий:

1. Определение кругового прогноза исследуемого параметра на всех рассмотренных периодах временных серий в аналитической форме с использованием системы символьных вычислений как некоторого полинома

$$F_t(\alpha, \Delta) = \alpha A_{t-1} + \sum_{i=1}^{t-2} \alpha(1-\alpha)^i A_{t-(i+1)}, \quad (6)$$

где t – количество рассмотренных периодов; Δ – ошибка первичного прогноза.

2. Расчет абсолютных отклонений прогнозируемой функции для каждого периода как разницы между круговым прогнозом, обусловленным соотношением (5), и текущим значениям рассмотренного параметра.

3. Расчет аналитических (символьных) зависимостей $\varepsilon_{\text{cao}}(\alpha, \Delta)$, $\varepsilon_{\text{ско}}(\alpha, \Delta)$ и построение графиков этих функций для области определения константы сглаживания $\{0 < \alpha < 1\}$.

4. Установление значения константы сглаживания α_m , которое доставляет минимум соответствующим функциям ошибок при помощи программных средств интегрированного пакета MAPLE.

$$\min \varepsilon_{\text{cao}}(\alpha) = \varepsilon_{\text{cao}}(\alpha_m^*), \min \varepsilon_{\text{ско}}(\alpha) = \varepsilon_{\text{ско}}(\alpha_m^{**}). \quad (7)$$

Таким образом были проанализированы достоинства и недостатки метода экспоненциального сглаживания при прогнозировании сбыта продукции, а также предложена процедура определения константы сглаживания по критерию минимума ошибки прогноза, которая отличается от существующих тем, что позволяет учесть влияние ошибки первичного прогноза на конечный результат.