

УДК 004

КОМПЬЮТЕРИЗИРОВАННАЯ ПОДСИСТЕМА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И ОПТИМАЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ВЫПУСКА И РЕАЛИЗАЦИИ ПРОДУКЦИИ В УСЛОВИЯХ ОАО «ВИНТЕР»

Кулик Е.А.

Донецкий национальный технический университет
Кафедра «Автоматизированные системы управления»
E-mail: katerinakulik@bk.ru

Аннотация

Кулик Е.А. Компьютеризированная подсистема прогнозирования и оптимального планирования выпуска и реализации продукции в условиях ОАО «Винтер». Рассмотрена методика прогнозирования сезонных колебаний, основанная на сочетании скользящих средних и аналитического выравнивания. Предложен способ прогнозирования с учетом специфики указанного предприятия.

Постановка задачи

Для большинства современных предприятий своевременное и разумное управление выпуском и реализацией продукции становится одним из условий выживания и успешного функционирования. При этом обеспечение эффективности такого управления требует умения рассчитать вероятное будущее состояние предприятия и среды, в которой оно существует, вовремя предупредить возможные сбои и срывы 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.

Планирование внутрипроизводственной деятельности является на предприятии важной функцией управления производством. Общие функции управления непосредственно относятся к плановой деятельности предприятий, а они в свою очередь служат их основой. Актуальность данной темы в современных условиях определяется тем, что уровень прогнозирования процессов общественного развития обуславливает эффективность планирования и управления производством.

Главной особенностью предприятия является то, что оно выпускает продукцию в соответствии с часто изменяющимися заказами. Срок исполнения каждого заказа, как по количеству, так и по номенклатуре, исчисляется часами и всегда меньше суток. Выпуск продукции тесно связан со сбытом, так как выработанная, но не реализованная вовремя продукция представляет собой возвратные отходы производства. Как готовая, так и незавершенная продукция исключает возможность длительного хранения. Кроме того, производственный процесс является непрерывным, и вмешательство в него, с точки зрения оперативного управления, практически невозможно. То есть регулирующие воздействия можно осуществлять лишь до запуска партии в производство.

Указанные особенности существенно влияют на организацию и планирование хозяйственной деятельности предприятий данной отрасли. Исходя из сказанного, очень важно сделать правильный выбор метода прогнозирования. В данной статье рассмотрены вопросы методики прогнозирования деятельности предприятия в целом и сбытовой деятельности в частности.

Исследования

1. Определение характера сезонных колебаний

Первым этапом реализации любого подхода к прогнозированию показателей, изменения которых подвержены периодическим сезонным колебаниям, является определение характера сезонности. Это связано с тем, что значения прогнозируемых показателей в таком случае формируются под влиянием трех составляющих – тренда,

сезонной и случайной компонент, и в зависимости от взаимосвязи указанных структурообразующих элементов между собой временной ряд показателя может быть описан моделями с аддитивным или мультипликативным характером сезонности. При этом аддитивная модель представляется в виде суммы соответствующих компонент (1), а мультипликативная – в виде их произведения (2):

$$(1) P_t = T + S + E,$$

(2) $P_t = T \cdot S \cdot E$, где P_t – уровни временного ряда, T – трендовая составляющая, S – сезонная компонента, E – случайная составляющая.

Таким образом, для аддитивных колебаний характеристики сезонности будут измеряться в абсолютных величинах и отражаться в статистической модели в виде слагаемых, а для мультипликативных колебаний – в относительных величинах и представляться в модели в виде сомножителей.

Отличительная особенность аддитивной модели состоит в том, что амплитуда сезонных колебаний, отражающая отклонения от тренда или среднего, остается примерно постоянной, неизменной во времени. При мультипликативном характере сезонности амплитуда колебаний изменяется во времени пропорционально тренду или среднему уровню ряда.

2. Анализ и моделирование основной тенденции изменения прогнозируемых значений

Поиск оптимального выражения трендовой составляющей и ее математическое описание представляют собой один из наиболее сложных и ответственных этапов прогнозирования сезонных колебаний, от которого во многом зависит точность и достоверность окончательных прогнозов. Для исследования характера общей тенденции изменений уровней ряда и ее описания применяются метод расчета скользящих средних и аналитическое выравнивание.

Суть аналитического выравнивания заключается в замене фактических значений показателя расчетными, вычисленными на основе теоретических моделей кривых роста, представляющих собой различные функции времени. При таком аналитическом подходе важным элементом является выбор оптимальной формы кривой для выравнивания, после которого осуществляется статистическая оценка неизвестных коэффициентов модели, а затем определяются выровненные значения уровней ряда путем подстановки соответствующих значений временного параметра в найденное уравнение трендовой модели.

Метод расчета скользящих средних относится к алгоритмическому подходу, который не предполагает описание неслучайной составляющей с помощью единой функции, а предоставляет лишь алгоритм ее расчета в любой момент времени. В этом методе фактические данные заменяются средними значениями, рассчитанными для последовательно подвижных укрупненных интервалов, охватывающих определенное число уровней временного ряда. К бесспорным достоинствам скользящих средних относится то, что они легко вычисляются, объясняются, интерпретируются, а также позволяют сглаживать как случайные, так и периодические колебания и выявлять имеющуюся тенденцию в развитии исследуемого процесса.

Предлагается использовать подход, состоящий в применении метода скользящих средних для предварительного расчета трендовой составляющей, в последующей количественной оценке и элиминировании влияния сезонных и случайных эффектов и окончательном моделировании тренда на основании аналитического выравнивания десеонализированного ряда.

В качестве критерия оптимальности при выборе формы кривой для выравнивания использовался коэффициент детерминации (3), показывающий степень соответствия теоретической модели фактическим данным.

(3) $R^2 = \sum(P_{tm} - P_{cp})^2 / (\sum(P_{tm} - P_{cp})^2 + \sum(P_t - P_{tm})^2)$, где $\sum(P_{tm} - P_{cp})^2$ – сумма квадратов отклонений значений, вычисленных по трендовой модели, от среднего уровня фактического ряда, $\sum(P_t - P_{tm})^2$ – сумма квадратов отклонений фактических значений от вычисленных по уравнению трендовой модели.

Значение коэффициента всегда находится в диапазоне от 0 до 1, причем чем ближе оно к единице, тем точнее модель аппроксимирует исходные данные.

Для дальнейшего определения оптимального порядка аппроксимирующего полинома используется метод последовательных разностей, суть которого состоит в следующем. Для временного ряда цен вычисляются последовательные разности порядка k (4), а также определяется критерий $\sigma^2(k)$ (5):

(4) $\Delta^k p_t = \Delta^{k-1} p_t - \Delta^{k-1} p_{t-1}$, где $\Delta^k p_t$ – разность k -того порядка, $\Delta^{k-1} p_t$ – разность $(k-1)$ -го порядка, $t = k+1, \dots, n$.

(5) $\sigma^2(k) = (1/(n-k)) * \sum(\Delta^k p_t)^2 / C_{2k}^k$, где $C_{2k}^k = (2k)! / (k!)^2$ – число сочетаний из $(2k)$ элементов по k .

Затем на основе анализа зависимости критерия σ^2 от k устанавливается такое значение $k = k_0$, начиная с которого величина σ^2 стабилизируется. В таком случае оценка порядка аппроксимирующего полинома составит $n = k_0 - 1$.

После статистической оценки неизвестных коэффициентов модели методом наименьших квадратов получаем аналитическое уравнение тренда. Подставляя в полученное уравнение соответствующие значения временного параметра t , определяем выровненные значения.

В соответствии с данным подходом для предварительного устранения сезонных колебаний осуществлялся расчет скользящих средних. Поскольку длина интервала сглаживания должна быть кратна периоду колебаний, который в данном случае будет равен одному году, то рассчитывалась 12-членная скользящая средняя по формуле:

$$(6) p_t = (\frac{1}{2} p_{t-6} + p_{t-5} + p_{t-4} + \dots + p_{t+4} + p_{t+5} + \frac{1}{2} p_{t+6}) / 12.$$

В связи с тем что по данной формуле расчета скользящей средней первые и последние 6 уровней ряда определить невозможно, то для восстановления краевых значений была использована следующая процедура:

1. сначала рассчитывался средний абсолютный прирост на первом (последнем) активном участке;
2. затем определялись 6 сглаженных значений в начале (конце) временного ряда путем последовательного вычитания (прибавления) среднего абсолютного прироста от первого (к последнему) сглаженного значения.

3. Алгоритм расчета сезонной составляющей

Обязательным элементом любой методики прогнозирования сезонных колебаний является количественная оценка сезонной составляющей, которая зависит от выбранного характера сезонности. Алгоритм расчета сезонной компоненты в случае аддитивной модели, принятой для прогнозирования, состоит из следующих шагов:

1. Для оценки совокупного эффекта сезонности и случайности рассчитываются отклонения фактически сложившихся значений от уровней сглаженного ряда:

$$(7) p_t = P_t - P_t^s;$$

2. Для элиминирования влияния случайных факторов определяются предварительные оценки сезонной составляющей SE_t путем усреднения значений p_t для одноименных месяцев;

3. Проводится корректировка первоначальных значений сезонной составляющей, обусловленная тем, что суммарное воздействие сезонности на динамику значений должно быть нейтральным. В связи с этим для аддитивной модели сумма значений сезонной составляющей для полного сезонного цикла должна быть равна нулю. Поэтому скорректированные оценки сезонной компоненты определяются с помощью следующего выражения:

$$(8) S_t = SE_t - S' \quad (t = 1, 2, \dots, 12), \text{ где } S' = \sum SE_t / 12.$$

Для мультипликативной формы сезонности меняется содержание первого и третьего этапов алгоритма. Сначала вместо абсолютных отклонений рассчитываются индексы сезонности путем отношения фактически сложившихся значений к соответствующим уровням сглаженного ряда:

$$(10) p_t = P_t / P_t.$$

После получения предварительных оценок сезонности на втором шаге осуществляется их корректировка. Взаимопогашаемость сезонных колебаний в мультипликативной форме выражается в том, что средняя арифметическая из значений индексов сезонности для полного сезонного цикла должна быть равна 1. В связи с этим окончательные оценки сезонной компоненты определяются с помощью выражения:

$$(11) S_t = SE_t * S' \quad (t = 1, 2, \dots, 12), \text{ где } S' = 12 / \sum SE_t.$$

4. Моделирование динамики исходного ряда

Отличительная особенность использования метода при прогнозировании сезонных колебаний заключается в том, что после разложения исходного временного ряда на составляющие осуществляется процедура элиминирования влияния сезонных и случайных факторов и происходит окончательная оценка трендовой компоненты. Важно отметить, что сезонная корректировка, направленная на очищение исходного временного ряда от сезонных эффектов, в целом способствовала значительному повышению достоверности аппроксимации всех типов трендовых моделей, о чем свидетельствовали более высокие оценки коэффициента детерминации для десезонализированного ряда. Однако максимальные значения этого критерия по-прежнему соответствовали кривым полиномиального типа поэтому именно они были выбраны для применения в качестве трендовых моделей. Для определения оптимального порядка аппроксимирующего полинома снова использовался метод последовательных разностей, в соответствии с которым необходимо было выбрать квадратичный полином.

Построение тренд-сезонных моделей при любом подходе к прогнозированию завершается моделированием динамики исходного ряда, которое в случае принятого аддитивного характера сезонности осуществляется суммированием полученных оценок трендовой и сезонной составляющих.

Для расчета прогнозных значений необходимо сначала определить уровни тренда при соответствующих значениях временного параметра, к которым следует прибавить полученные ранее оценки сезонной составляющей.

Для сравнительной количественной оценки точности полученных тренд-сезонных моделей по формуле (13) рассчитывается средняя ошибка аппроксимации:

$$(13) A = 1/n * \sum |(P_t - P_{tm}) / P_t| * 100\%.$$

5. Построение окончательных прогнозов

Прогнозирование, основанное исключительно на построении тренд-сезонных моделей, которые базируются на предположении о неизменности тенденций и сезонных эффектов во времени, может и не способствовать получению достоверных результатов. В связи с этим при построении окончательных прогнозов для учета потенциальных изменений экономических тенденций, имевших место в прошлом, и возможного появления новых тенденций на рынке целесообразно использовать метод экспоненциального сглаживания. Этот метод позволяет рассчитать величину прогноза с учетом значения, полученного по теоретической модели, и фактических значений в предыдущем временном периоде:

$$(14) P_{tmp} = \alpha P_{t-1} + (1 - \alpha) * P_{tm}, \text{ где } \alpha - \text{ константа сглаживания.}$$

Важным вопросом, возникающим при использовании метода экспоненциального сглаживания, является выбор значения сглаживающей константы, который зависит от периода упреждения прогноза и быстроты изменения рыночной конъюнктуры. В случае

оперативных, краткосрочных прогнозов и незначительных изменений на рынке рекомендуется выбирать близкую к 1.

Выводы

Выбранная методика прогнозирования сезонных колебаний, основанная на сочетании скользящих средних и аналитического выравнивания, способствует получению более точных и достоверных прогнозов и может быть рекомендована для применения в практической деятельности компаний. Кроме того, отдельные элементы данной методики в адаптированном виде могут быть использованы для прогнозирования целого ряда сопряженных экономических показателей (объем продаж, величина товарооборота), характеризующихся сезонностью изменений.

К числу достоинств предлагаемой методики можно отнести ее простоту, доступность, возможность разработки оперативных и краткосрочных прогнозов с высокой точностью. Вместе с тем рассмотренный алгоритм прогнозирования основан на неизменности во времени основной тенденции и сезонных эффектов, что далеко не всегда соответствует реальной динамике. В этой связи для разработки надежных и достоверных прогнозов следует проводить систематический анализ изменений на рынке и при необходимости вносить соответствующие коррективы и уточнения в используемую модель с целью ее адаптации к новым условиям. Таким образом, к реализации данной методики прогнозирования не следует подходить формально, поскольку успех ее применения может быть достигнут только в случае грамотного сочетания глубокого содержательного экономико-теоретического анализа с профессиональным знанием специфики рынка.

Список литературы

1. Вереvченко А. П., и др. Информационные ресурсы для принятия решений Издательства: Деловая Книга, Академический проект; 560 стр., 2002 г.
2. Волокитин А. В., и др. Средства информатизации государственных организаций и коммерческих фирм. Справочное пособие Издательство: ФИОРД-ИНФО 272 стр., 2002 г.
3. Гаскаров Д. В. Интеллектуальные информационные системы Издательство: Высшая школа, 432 стр., 2003 г.
4. Глинский В.В., Ионин В.Г. Статистический анализ. — М.: Филинь, 1998. — 264 с.
5. Дуброва Т.А. Статистические методы прогнозирования. — М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. — 206 с.
6. Кошечкин С.А. Алгоритм прогнозирования объема продаж в MS Excel // Маркетинг в России и за рубежом. — 2001. — №5.
7. Общая теория статистики / Под ред. Спирина А.А., Башиной О.Э. — М.: Финансы и статистика, 1997. — 296 с.
8. Октябрьский П.Я. Статистика. — СПб.: СПбГУ, 1999. — 223 с.
7. Теория статистики / Под ред. Г.Л. Громыко. — М.: ИНФРА-М, 2000. — 414 с.
9. Синюк В.Г., Шевырев А.В. Использование информационно-аналитических технологий при принятии управленческих решений Издательство: ДМК Пресс; 160 стр., 2003 г.
10. Теория статистики / Под ред. Р.А. Шмойловой. — М.: Финансы и статистика, 2000. — 414 с.
11. Уткин В. Б., Балдин К. В. Информационные системы в экономике Издательство: Финансы и статистика, 288 стр., 2004 г.
12. Экономика предприятия (фирмы) / Под ред. Волкова О.И., Девяткина О.В. — М.: ИНФРА-М, 2003. — 601 с.