

## ПРИМЕНЕНИЕ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ТРЕНД-СЕЗОННОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРОДАЖ В EXCEL

**Мхитарян Сергей Владимирович**

*доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры маркетинга  
РЭУ им. Г.В. Плеханова  
Москва*

*Прогнозирование продаж является одной из важнейших задач бизнес-аналитики. Основная проблема при построении прогнозов заключается в том, что в условиях турбулентной экономической среды ряд классических методов, таких как построение тренд-сезонных моделей не позволяет строить качественные прогнозы. Принцип построения таких моделей основан на аппроксимации временных рядов за счет осреднения значений для выявления тренда и сезонной компоненты. Все наблюдения временного ряда равнозначны, что неприемлемо в условиях постоянно меняющейся экономической ситуации. Применение адаптивных методов прогнозирования, придающих больший вес последним наблюдениям, затруднено из-за необходимости задействования специализированных аналитических пакетов. Использование такого распространенного в бизнес-среде инструмента для анализа данных, как Excel позволяет строить только более простые тренд-сезонные модели. В статье представлена модификация тренд-сезонной модели, позволяющая адаптировать сезонную компоненту показателей продаж к изменяющемуся характеру временного ряда с помощью весовых коэффициентов и строить более точные прогнозы с помощью стандартных инструментов Excel. Модифицированная тренд-сезонная модель может найти применения для решения прикладных задач прогнозирования продаж в коммерческих компаниях, что позволит повысить точность прогноза и соответственно эффективность управленческих решений.*

Ключевые слова: временной ряд, прогнозирование продаж, тренд-сезонная модель, Excel.

Формирование бюджета компании, корректировка маркетинговой стратегии, планирование ее маркетинговой деятельности основывается на прогнозировании продаж [4; 6]. Для решения этой задачи необходимо построение месячного прогноза продаж (товарооборота, выручки) на год. Для построения прогноза используется временной ряд товарооборота за предшествующие периоды деятельности компании. Поскольку в данном ряде практически всегда присутствует сезонная компонента, а период сезонных колебаний – 12 месяцев, для корректного учета сезонности необходимо иметь временной ряд длиной не менее 3 - 4-х лет.

Серьезной проблемой прогнозирования продаж является изменчивость временных рядов показателей продаж, что особенно актуально в условиях нестабильных внешних условий, наблюдаемых в последние годы в мировой и российской экономике. В связи с этим последние зафиксированные значения временного ряда являются значительно более значимыми, чем предыдущие для построения качественного прогноза. Таким образом, влияние на прогнозируемые значения в большей степени должны оказывать последние наблюдения. В этой связи для анализа временных рядов целесообразно использовать адаптивные методы прогнозирования такие как экспоненциальное сглаживание и модель авторегрессии и проинтегрированного скользящего среднего (ARIMA) Бокса-Дженкинса [5; 2]. Адаптивные методы прогнозирования взвешивают исходные данные и придают наибольший вес последним наблюдениям [7]. Но применение подобных методов возможно только с помощью использования специализированных аналитических пакетов, включающих соответствующие процедуры [1; 8]. Более доступным аналитическим инструментом является Excel, проблема его применения для решения прогностических задач заключается в отсутствии специализированных методов прогнозирования. Наиболее простым и доступным методом построения прогноза в данном случае является тренд-сезонная модель [3; 10], не обладающая адаптивными возможностями. Модификация тренд-сезонной модели позволит адаптировать сезонную компоненту к изменениям временного ряда с помощью весовых коэффициентов.

Целью приведенного ниже исследования является апробация модифицированной тренд-сезонной модели в качестве инструмента краткосрочного прогнозирования продаж для предприятий различных сфер деятельности. Исходными данными является ежемесячный временной ряд товарооборота различных компаний за несколько последних лет. В исследовании были построены годовые прогнозы продаж компаний, представленных на рынке промышленной электротехники (продажи по всей компании), строительных материалов (продажи компании по одной товарной группе) и периодической печатной продукции (продажи торговой точки). Прогнозы строились с помощью пакета Microsoft Excel.

Поскольку в рассматриваемых временных рядах амплитуда сезонных колебаний не зависит от значения тренда, была выбрана аддитивная тренд-сезонная модель, описываемая следующим уравнением (1).

$$X_t = T_t + S_t + E_t \quad (1), \text{ где}$$

$X_t$  – наблюдаемое значение показателя продаж в момент времени  $t$ ,

$T_t$  – значение тренда в момент времени  $t$ ,

$S_t$  – значение сезонной компоненты в момент времени  $t$ ,

$E_t$  – значение случайной (нерегулярной) компоненты в момент времени  $t$ .

В качестве тренда предлагается использовать полином 3-го порядка, что объясняется двумя важными моментами: во-первых, в отличие от более простых моделей такой тренд не линеен, может иметь 2 экстремума, что

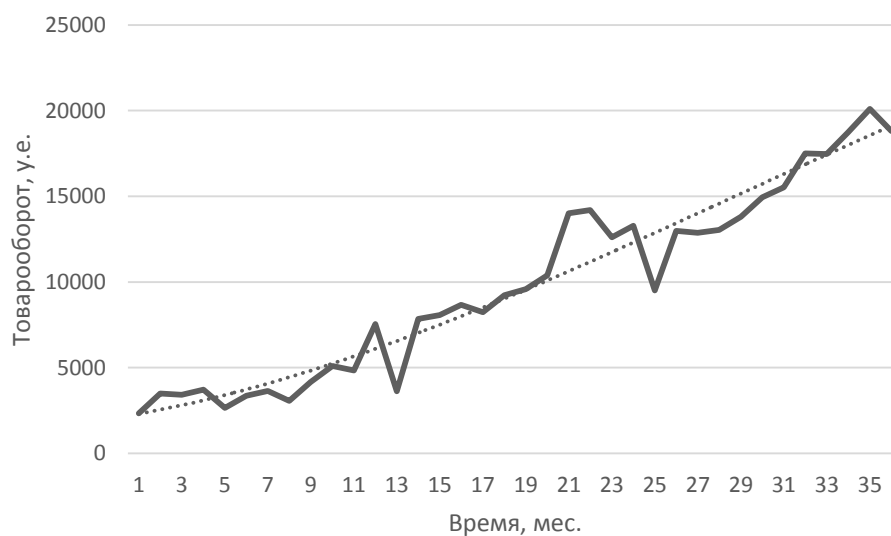
позволяет наиболее точно охарактеризовать динамику продаж; во-вторых, в отличие от полиномов более высоких порядков его коэффициенты имеют содержательную интерпретацию: первая производная характеризует скорость, вторая – ускорение, а третья – изменение ускорения объема продаж. Уравнение полиномиального тренда 3-го порядка имеет следующий вид (2).

$$T_t = a_0 + a_1t + a_2t^2 + a_3t^3 \quad (2), \text{ где}$$

$T_t$  – значение тренда в момент времени  $t$ ,

$a_0, a_1, a_2, a_3$  – коэффициенты.

Рассмотрим построение прогноза продаж электротехнической компании на основании помесечных данных о продажах за 4 года (рис.1).



**Р и с у н о к 1 – Динамика помесечных продаж электротехнической компании за 4 года и полиномиальный тренд 3-го порядка**

Тренд описывается следующим уравнением:

$$T_t = 2102,4 + 197,14t + 13,193t^2 - 0,1542t^3$$

Сезонная компонента для каждого месяца рассчитывается как средняя по годам разности наблюдаемого значения ( $X_t$ ) и тренда ( $T_t$ ). Стандартный расчет предполагает применение простой средней арифметической, что не позволяет сделать акцент на последних наблюдениях. В соответствии с авторской методикой предлагается использовать взвешенную среднюю в соответствии со следующей формулой (3).

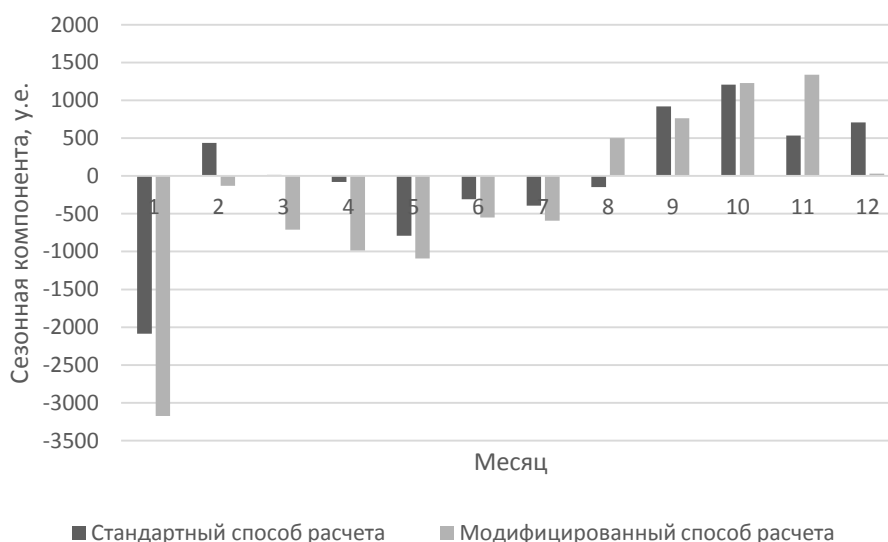
$$S_m = \frac{\sum_{j=1}^l w_j (X_{mj} - T_{mj})}{\sum_{j=1}^l w_j} \quad (3), \text{ где}$$

$S_m$  – сезонная компонента  $m$ -го месяца,

$w_j$  – весовой коэффициент  $j$ -го года,

$X_{mj}, T_{mj}$  – наблюдаемое значение и значение тренда  $m$ -го месяца  $j$ -го года.

Весовые коэффициенты предлагается рассчитывать, как номер года наблюдения, возведенный в куб. Для нашего случая весовые коэффициенты для 3-х лет наблюдения принимают значение 1; 8; 27. Различия сезонных компонент, рассчитанных стандартным и модифицированным способом представлены на рисунке 2.



## Р и с у н о к 2– Сезонная компонента, рассчитанная стандартным и модифицированным способом

Амплитуда модифицированной сезонной компоненты больше, чем стандартной и точнее соответствует последнему году наблюдения. Для расчета смоделированных значений и прогноза объема продаж на следующий год воспользуемся формулой (4).

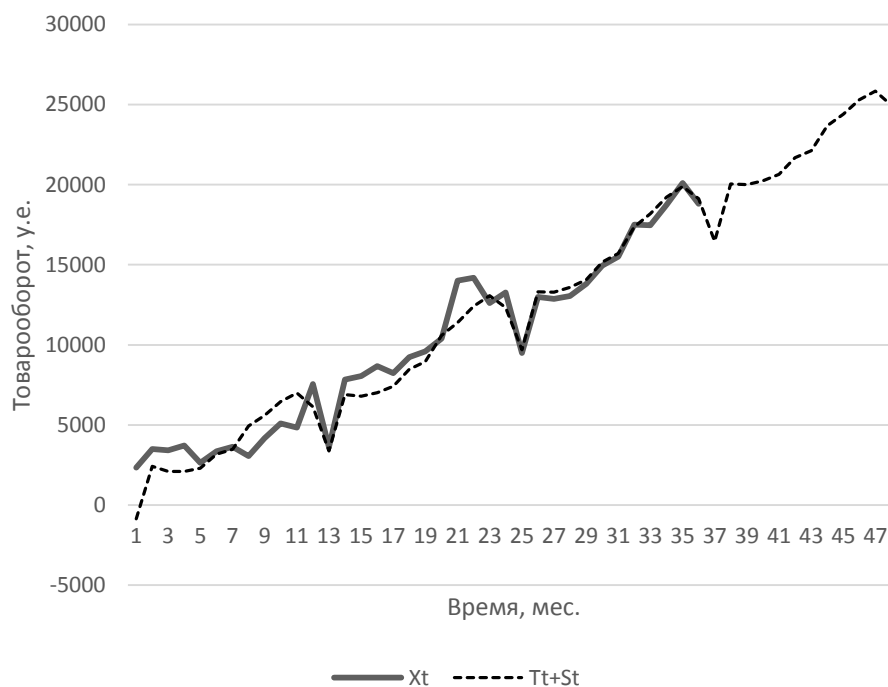
$$\hat{X}_t = T_t + S_t \quad (4), \text{ где}$$

$\hat{X}_t$  – расчетное значение показателя продаж в момент времени  $t$ ,

$T_t$  – значение тренда в момент времени  $t$ ,

$S_t$  – значение сезонной компоненты в момент времени  $t$ .

В результате построения тренд-сезонной модели и ее экстраполяции был получен прогноз продаж на 1 год (рис.3).



**Р и с у н о к 3 - Динамика помесечных продаж электротехнической компании за 4 года и модифицированная тренд-сезонная модель с прогнозом на 1 год**

Необходимо отметить, что наиболее точно модель описывает именно последний год наблюдений, что соответствует задаче исследования.

Для оценки сравнительного качества стандартной и модифицированной модели использовалась средняя квадратическая ошибка (4).

$$SE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (\hat{X}_t - X_t)^2}{n}} \quad (4), \text{ где}$$

$SE$  - средняя квадратическая ошибка,

$\hat{X}_t$  – расчетное значение показателя продаж в момент времени  $t$ ,

$X_t$  – наблюдаемое значение показателя продаж в момент времени  $t$ ,

$n$  – длина временного ряда для расчета средней квадратической ошибки (последний год наблюдений).

Необходимо отметить, что рассчитывать среднюю квадратическую ошибку необходимо не по всему временному ряду, а за последний год наблюдений, как наиболее значимого для решения прогностической задачи. В результате средняя квадратическая ошибка стандартной модели составила 921 у.е., а модифицированной – 377 у.е. Таким образом, качество модифицированной тренд-сезонной модели в 2,44 раза выше чем стандартной.

Из проведенных исследований следует, что предложенная автором модифицированная тренд-сезонная модель позволяет строить более качественные прогнозы продаж, чем стандартная модель в условиях

нестабильной экономической ситуации с помощью общедоступного программного обеспечения – пакета Microsoft Excel.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. АНДРИАНОВ А.О., КИТОВА О.В., МЕШКОВ А.А. РАЗВИТИЕ ИНТЕГРИРОВАННЫХ МАРКЕТИНГОВЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В СОВРЕМЕННОЙ ЭКОНОМИКЕ // НАУЧНЫЕ ТРУДЫ ВОЛЬНОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА РОССИИ. 2010. Т. 130. – С. 401-411.
2. БОРОВИКОВ В., ИВЧЕНКО Г. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ В СИСТЕМЕ STATISTICA В СРЕДЕ WINDOWS. – М.: ФИНАНСЫ И СТАТИСТИКА, 2003. – 414 С.
3. ДУБРОВА Т.А. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ. – М.: МАРКЕТ ДС, 2011. – 192 С.
4. ЛАМБЕНЖ-Ж., ЧУМПИТАС Р., ШУЛИНГ И. МЕНЕДЖМЕНТ, ОРИЕНТИРОВАННЫЙ НА РЫНОК. – СПБ.: ПИТЕР, 2011. – 720 С.
5. ЛУКАШИН Ю.П. АДАПТИВНЫЕ МЕТОДЫ КРАТКОСРОЧНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ. – М.: ФИНАНСЫ И СТАТИСТИКА, 2003. – 414 С.
6. МАЛХОТРА Н. МАРКЕТИНГОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ. ПРАКТИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО – М.: ИЗДАНИЕ СТУДЕНЧЕСКОЙ ЮБИЛЕЙНОЙ КОМИССИИ ПОЧЕСТВОВАНИЮ ПРОФ. В.Р.ВИЛЬЯМСЪ, 2015. – 1184 С.
7. МХИТАРЯН С.В., ДАНЧЕНОК Л.А. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРОДАЖ С ПОМОЩЬЮ АДАПТИВНЫХ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ // ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ, № 9 ЧАСТЬ 4 – ПЕНЗА, 2014 – С. 818-822.
8. СКОРОБОГАТЫХ И.И., СИДОРЧУК Р.Р., ГРИНЕВА О.О., КАДЕРОВА В.А. КАБИНЕТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ УЗКОСПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ РЫНКОВ // МАРКЕТИНГ И МАРКЕТИНГОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ. 2013. – № 3. – С. 224-232.
9. ТУЛЬТАЕВ Т.А., ТУЛЬТАЕВА И.В. РОЛЬ ИННОВАЦИЙ В ОБЕСПЕЧЕНИИ МАРКЕТИНГОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ СФЕРЫ УСЛУГ – М.: ЭКОНОМИКА, СТАТИСТИКА И ИНФОРМАТИКА. ВЕСТНИК УМО, 2013. – № 5.
10. ЭКОНОМЕТРИКА. УЧЕБНИК / ПОД РЕД. МХИТАРЯНА В.С. – М.: ПРОСПЕКТ, 2015. – 384 С.

## APPLICATION OF MODIFIED TREND- SEASONAL MODEL FOR PREDICTING SALES EXCEL

**Sergey Mkhitaryan**

*Doctor of Economics Sciences, Professor, Professor of the Department of Marketing  
REU them. GV Plekhanov  
Moscow*

*Sales forecasting is one of the most important business intelligence tasks. The main problem in the construction of forecasts is that in a turbulent economic environment under a number of classical methods such as the construction of the trend-seasonal model does not allow building high-quality forecasts. The principle of construction of such models bases on an approximation of the time series by averaging the values to identify the trend and seasonal components. All observations of the time series are equal, which is unacceptable in a constantly changing economic situation. The use of adaptive forecasting methods that give more weight to recent observations is difficult*

*because of the need for involvement of specialized analytical packages. The use of such common in the business environment for data analysis tool such as Excel allows you to build only a simple trend-seasonal model. The article presents a modification of the trend-seasonal model, which allows to adapt the seasonal component sales performance to the changing nature of the time series with the help of weighting coefficients and to build more accurate forecasts using standard Excel tools. Modified trend-seasonal model can be used for applications in commercial sales forecasting companies that will improve forecast accuracy and, accordingly, the effectiveness of management decisions.*

Keywords: time series, sales forecasting, trend-seasonal model, Excel.