

УДК 339.133.017

ББК 65.42-803

Т 66

Е.В. Попова,

доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой информационных систем Кубанского государственного аграрного университета имени И.Т. Трубилина, г. Краснодар. Тел.: +7 (861) 221-59-20, e-mail: elena-popov@yandex.ru

П.А. Кочкарова,

кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры информатики Северо-Кавказской государственной академии, г. Черкесск. Тел.: +7 (988) 719-25-55, e-mail: parizat@yandex.ru

Д.Н. Савинская,

кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры информационных систем Кубанского государственного аграрного университета имени И.Т. Трубилина, г. Краснодар. Тел.: +7 (861) 221-59-20, e-mail: savi_dinki@mail.ru

Т.А. Недогонова,

магистрант Кубанского государственного аграрного университета имени И.Т. Трубилина, г. Краснодар. Тел.: +7 (988) 719-25-55, e-mail: nedogonovat@gmail.com

ТРЕНД-СЕЗОННЫЕ ВРЕМЕННЫЕ РЯДЫ: ОСОБЕННОСТИ ВЫЯВЛЕНИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

(Рецензирована)

Работа выполнена при поддержке РФФИ и администрации Краснодарского края, грант № 19-410-233009 р_мол_a

Аннотация. Прогнозирование объема продаж позволяет осуществлять эффективное планирование и является неотъемлемой частью процесса принятия решения. В статье рассматриваются краткосрочные модели прогнозирования, продемонстрировавшие достаточно высокую предсказательную точность применительно к тренд-сезонным временным рядам. Исследованы два временных ряда объёмов продаж, и с учетом наличия и характера сезонности в них применены, соответственно, аддитивная или мультипликативная модели прогнозирования. Графически представлены анализ динамики продаж, который позволяет выявить наметившиеся тенденции спада или роста, а также результаты сравнения полученных прогнозных оценок применённых моделей и исходных данных. Описана реализация расчетов с помощью табличного процессора MS Excel. Предложена методика построения краткосрочных прогнозов, объединившая математический аппарат тренд-сезонного моделирования и функционал встроенных функций и графических средств визуализации MS Excel.

Ключевые слова: тренд, тренд-сезонная модель, сезонная компонента, случайная компонента, временной ряд.

E.V. Popova,

Doctor of Economics, Professor, Head of the Department of Information Systems, Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar. Ph.: +7 (861) 221-59-20, e-mail: elena-popov@yandex.ru

P.A. Kochkarova,

Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Informatics, North Caucasus State Academy, Cherkessk. Ph.: +7 (988) 719-25-55, e-mail: parizat@yandex.ru

D.N. Savinskaya,

Candidate of Economics, Associate Professor, Associate Professor, Department of Information Systems, Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar. Ph.: +7 (861) 221-59-20, e-mail: savi_dinki@mail.ru

T.A. Nedogonova,

Master student, Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar. Ph.: +7 (988) 719-25-55, e-mail: nedogonovat@gmail.com

TREND-SEASONAL TIME SERIES: FEATURES OF IDENTIFICATION AND FORECASTING

Abstract. Sales forecasting enables effective planning and is an integral part of the decision-making process. The article deals with short-term forecasting models that have demonstrated sufficiently high predictive accuracy in relation to trend-seasonal time series. Two time series of sales volumes are investigated and, taking into account the presence and nature of seasonality, additive or multiplicative forecasting models are applied in them, respectively. Graphically presents the analysis of sales dynamics, which allows to identify emerging trends of decline or growth, as well as the results of comparison of the obtained forecast estimates of the applied models and the initial data. The implementation of calculations using the MS Excel table processor is described. The technique of short-term forecasts is proposed, which combines the mathematical apparatus of trend-seasonal modeling and the functionality of built-in functions and graphical visualization tools MS Excel.

Keywords: trend, trend-seasonal model, seasonal component, random component, time series.

Краткосрочное прогнозирование является немаловажным этапом планирования и маркетинга, поэтому в данной статье авторы обосновывают необходимость построения прогнозов в организационной деятельности и в управлении ею, так как организации должны не только ориентироваться на свое состояние в актуальный момент времени, но и уметь грамотно оценивать свое возможное состояние в будущем. А это уже, в свою очередь, необходимо не только для оценки и предотвращения потенциальных рисков в будущей деятельности, но и для достижения конкурентных преимуществ относительно других участников рынка, в том числе и в краткосрочной перспективе.

Итак, необходимость в прогнозировании возникает из необходимости планирования деятельности

компании. И каждый раз при планировании необходим адекватный выбор методов и средств прогнозирования.

Рассмотрим тренд-сезонную модель, которая используется для описания и прогнозирования временных рядов. В любом виде управления с помощью таких моделей решается одна из основных задач, а именно – прогнозирование продаж. Основная идея этого подхода заключается в следующем: каждое значение временного ряда (Y) в момент времени t раскладывается на три составляющие: тренд (T_t), сезонную (S_t) и случайную компоненты (E_t). Для проведения анализа временного ряда строится график зависимости значений ряда от времени. На этом этапе определяется наличие и характер присутствующего тренда, а также сезонной составляющей.

Периодом сезонных колебаний объемов продаж принято считать год.

Сезонная компонента влияет на построение как мультипликативной, так и адаптивной моделей. В первом случае существует зависимость амплитуды колебаний от значений тренда, и сезонная компонента определяется как сезонный индекс, на который умножается значение тренда. Если говорить о динамике объемов продаж, то наибольшая амплитуда соответствует наибольшему значению линейного тренда. При адаптивной сезонности такой зависимости нет, а сезонная компонента определяется как показатель абсолютного прироста к значению тренда.

На рис. 1 представлены примеры аддитивной модели и мультипликативной:

$$Y_t = T_t + SD_t + ED_t, \quad (1)$$

$$Y_t = T_t * SI_t + EI_t, \quad (2)$$

где SD_t и ED_t – сезонная и случайная компоненты, представляют собой абсолютные приросты к значению тренда, а SI_t и EI_t – сезонная и случайная компоненты, определяются как индексы, умножаемые на значение тренда.

Рассмотрим тренд-сезонную модель на примере временных рядов объемов продаж компании № 1 и компании № 2 с ежемесячными данными за 3 года.

Анализ динамики продаж позволяет выявить наметившиеся тенденции спада или роста. На рис. 2 представлен график, отражающий динамику продаж компании № 1.

Восходящий линейный тренд рассматриваемого временного ряда определяет тенденцию к росту продаж. При достаточно интенсивном росте амплитуда колебаний не увеличивается, можно сделать вывод о наличии адаптивной сезонности.

Таким образом, временной ряд объемов продаж компании № 1 можно описать уравнением (1), а уравнение тренда линейным уравнением:

$$T_t = a_0 + a t, \quad (3)$$

где T – значение тренда в момент времени t ; a_0 и a , – коэффициенты тренда, равные для компании № 1, соответственно, 355,37 и 507,87.

При построении модели продаж необходимо учесть сезонность, использовать аддитивную модель, сезонная компонента будет выражена

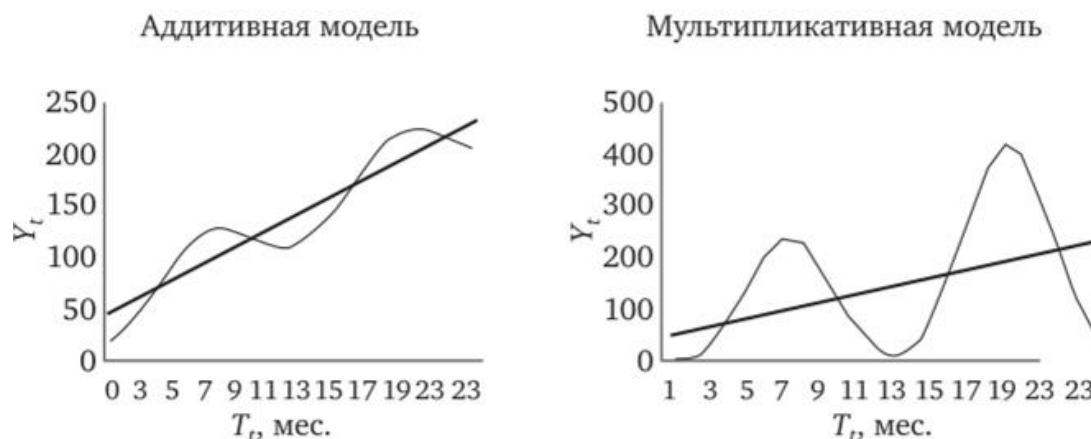


Рис. 1. Аддитивная и мультипликативная модели

в отклонениях значений временного ряда относительно средней величины или тренда в рублях.

Для построения тренд-сезонных моделей применяют функционал

программы MS Excel. Рассмотрим алгоритм построения аддитивной модели, состоящий из 7 этапов, включая некоторые особенности реализации алгоритма в MS Excel:

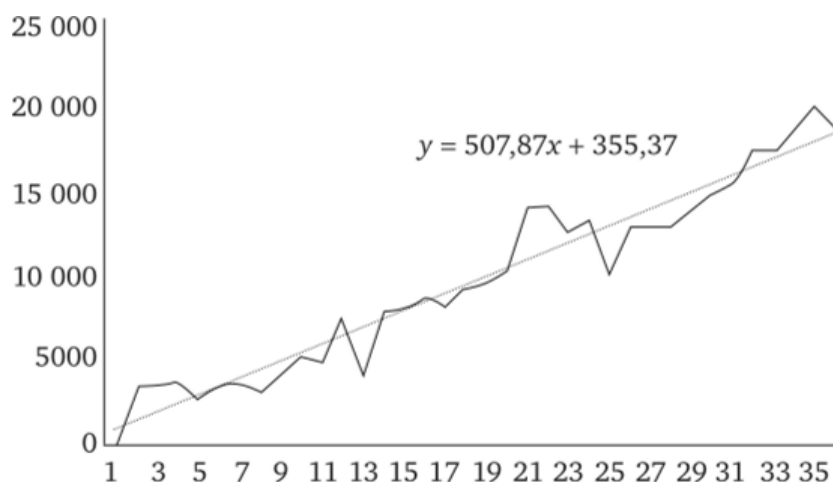


Рис. 2. Динамика продаж компании № 1 и ее линейный тренд (в у.е.)

I. Построение и анализ графика временного ряда, с целью определения тенденций в поведении системы, выявление сезонной компоненты, вывод уравнения тренда.

II. Получение значений линейного тренда. В MS Excel тренд для первого месяца рассчитывается по формуле: $= 507,87 * B1 + 355,37$, где $B1$ – порядковый номер месяца.

III. Получение разностей значений исходного ряда и тренда.

IV. Нахождение ежемесячной сезонной компоненты по формуле за все годы:

$$SD_k = \frac{\sum_{j=1}^m (Y_{kj} - T_{kj})}{m}, \quad (4)$$

где SD_k – сезонная компонента k -го месяца ($k = 1...12$); $(Y_{kj} - T_{kj})$ – разность исходного ряда и сезонности k -го месяца j -го года за t лет.

V. В MS Excel сезонная компонента января будет равна: $= СРЗНАЧ(F2; F14; F26)$.

где $F2, F14, F26$ – разница между фактическим значением продаж и трендом за январь трех лет.

VI. Построение модели как суммы тренда и сезонной компоненты.

VII. В MS Excel смоделированное значение объема продаж за январь рассчитывают по формуле: $= D2 + E2$, где $D2$ – значение тренда; $E2$ – значение сезонной компоненты.

VI. Получение прогнозных значений на 1 год путем продления на 12 наблюдений номеров месяцев, тренда, сезонной компоненты и модели.

VII. Построение графика начального временного ряда и модели для визуальной оценки ее качества.

На рис. 3 представлен результат выполнения алгоритма для компании № 1 – график исходного ряда, модель и прогноз на один год.

На рис. 4 представлена динамика продаж компании № 2 и ее линейный тренд. Восходящий линейный тренд рассматриваемого временного ряда определяет тенденцию к росту продаж. Амплитуда колебаний увеличивается с ростом тренда, следовательно, имеется мультипликативная сезонность.

Таким образом, временной ряд объемов продаж компании № 1 можно описать уравнением (2), причем уравнение тренда описывается линейным уравнением (3). Коэффициенты тренда для графика динамики продаж компании № 2: $a_0 = 25639$; $a_j = 1806$.

В данном случае при построении модели продаж необходимо учесть сезонность, перейти к мультипликативной модели. Рассмотрим этапы построения мультипликативной модели, включая особенность применения средств MS Excel:

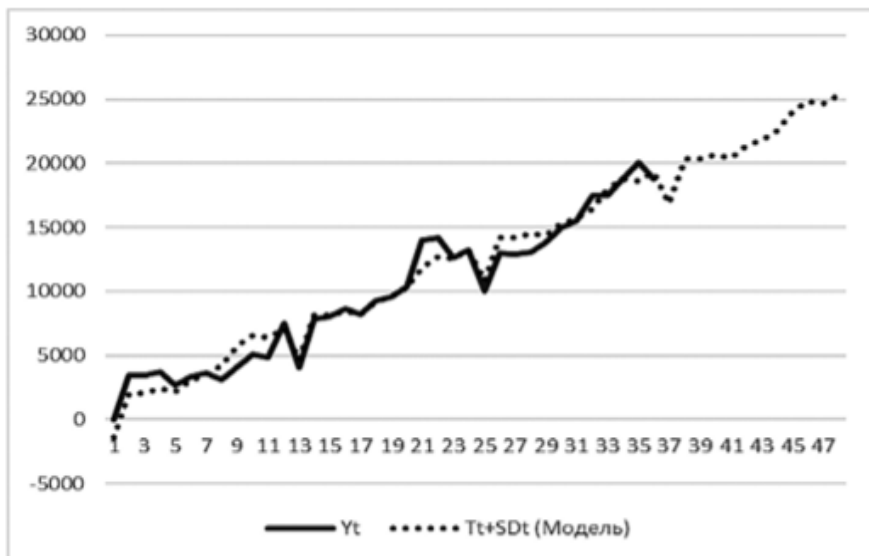


Рис. 3. Исходный ряд, модель и прогноз продаж компании № 1 (у.е.)

I. Построение и анализ графика временного ряда, с целью определения тенденций в поведении системы, выявление сезонной компоненты, вывод уравнения тренда.

II. Получение значений линейного тренда. Значение тренда для первого месяца будет равно: $= 1806 * B2 + 25639$, где B2 – порядковый номер месяца.

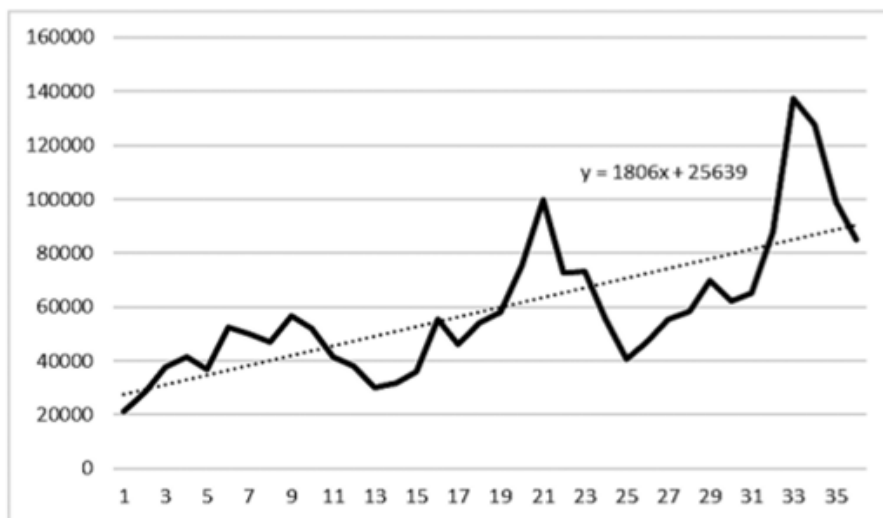


Рис. 4. Динамика продаж компании № 2 и ее линейный тренд (в у.е.)

III. Получение отношения исходного ряда и тренда.

IV. Нахождение ежемесячной сезонной компоненты по формуле за все годы:

$$SI_k = \sqrt[m]{\prod_{j=1}^m \left(\frac{Y_{kj}}{\bar{T}_{kj}} \right)}, \quad (5)$$

где: SI_k – сезонная компонента k -го месяца ($k = 1 \dots 12$).

V. Построение модели путем умножения тренда и сезонной компоненты.

Модель за январь рассчитывается по формуле: $= D2 * E2$,

где D2 – значение тренда; E2 – значение сезонной компоненты.

VI. Получение прогнозных значений на 1 год за счет продления на 12 наблюдений номеров месяцев, тренда, сезонной компоненты и модели.

VII. Построение графика исходного ряда и модели для визуальной оценки ее качества.

В результате был построен график исходного ряда, модели и прогноза на один год (рис. 5).

Визуализация результатов построения моделей и прогнозов позволила оценить тренд-сезонные

модели (на основании сравнения фактических и смоделированных значений продаж за последний год наблюдений). Таким образом, полученные прогнозы целесообразно применить для планирования маркетинговой деятельности компании и разработки стратегий. Построение подобных моделей дает возможность компании осуществлять краткосрочный прогноз объемов продаж, необходимый для планирования ее управленческой деятельности.

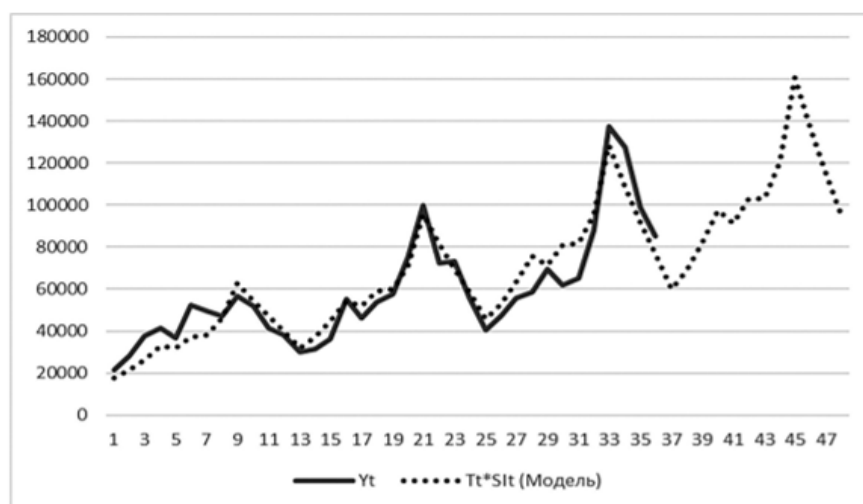


Рис. 5. Исходный ряд, модель и прогноз продаж компании № 2 (у.е.)

Таким образом, результатом авторских исследований является методика построения краткосрочных прогнозов, объединившая математический аппарат тренд-сезонного моделирования и функционал

встроенных функций и графических средств визуализации MS Excel, которые в совокупности позволяют получать достаточно точные прогнозные оценки при принятии управленческих решений.

Примечания:

1. Кумратова А.М., Попова Е.В., Попова М.И. Влияние сезонной и событийной составляющих на процессы планирования и управления туристскими потоками // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2014. № 99. С. 1154-1165.

2. Методы классической статистики в исследовании степени «рисковости» тренд-сезонных процессов / Кумратова А.М., Попова Е.В., Попов Г.И., Текеев Д.К., Курносова Н.С. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2014. № 100. С. 1118-1137.

3. Прогнозное обоснование инвестиционных решений на финансовых рынках: монография / В.В. Давнис, М.А. Зироян, Е.В. Комарова, В.И. Тинякова. М.: РУСАЙНС, 2015. 218 с.

References:

1. Kumratova A.M., Popova E.V., Popova M.I. The influence of seasonal and event components on the processes of planning and managing tourist flows // Polythematic Network Electronic Scientific Journal of the Kuban State Agrarian University. 2014. No. 99. Pp. 1154-1165.

2. Methods of classical statistics in the study of the degree of “riskiness” of trend-seasonal processes / Kumratova A.M., Popova E.V., Popov G.I., Tekeev D.K., Kurnosova N.S. // Polythematic Network Electronic Scientific Journal of the Kuban State Agrarian University. 2014. No. 100. Pp. 1118-1137.

3. Predictive justification of investment decisions in financial markets: monograph / V.V. Davnis, M.A. Ziroyan, E.V. Komarova, V.I. Tinyakova. M.: RUSAINS, 2015. 218 pp.