

С.Н. Лапач, А.В. Чубенко, П.Н. Бабич Краткосрочное прогнозирование.  
Общий подход / Провизор, №8, 2004, С.16–18.

Описывается методология краткосрочного прогнозирования в экономических задачах на основе статистических данных. Особенности: нахождение точки изменения тенденции, учет сезонных изменений, использование нескольких функций для получения спектра прогнозов. Приведены примеры на реальных задачах.

Кл. сл.

Прогнозирование, сезонные изменения, полигональная регрессия

*linear regression, forecasting, Polygonal Regression, Economic Research ,*

### Краткосрочное прогнозирование. Общий подход.

#### Введение.

Данная статья является продолжением работы авторов [1]. Мы продолжаем рассматривать вопросы прогнозирования в реалистической обстановке<sup>1</sup>. Хотя в последнее время вышло достаточно много хороших учебников по эконометрике [2–5], у специалистов-практиков задачи прогноза зачастую вызывают проблемы. Эти проблемы связаны с тем, что не всегда реальная ситуация соответствует классическим предположениям, на которых базируется прогнозирование, описанное в учебниках. Назовем два наиболее часто встречающихся случая такого несоответствия:

1. на наблюдаемом периоде произошло изменение тенденции (см. рис.1.);
2. сезонное распределение по году имеет ярко выраженную пилообразную форму с подъемом в конце года и резким падением в начале(см. рис.2.).

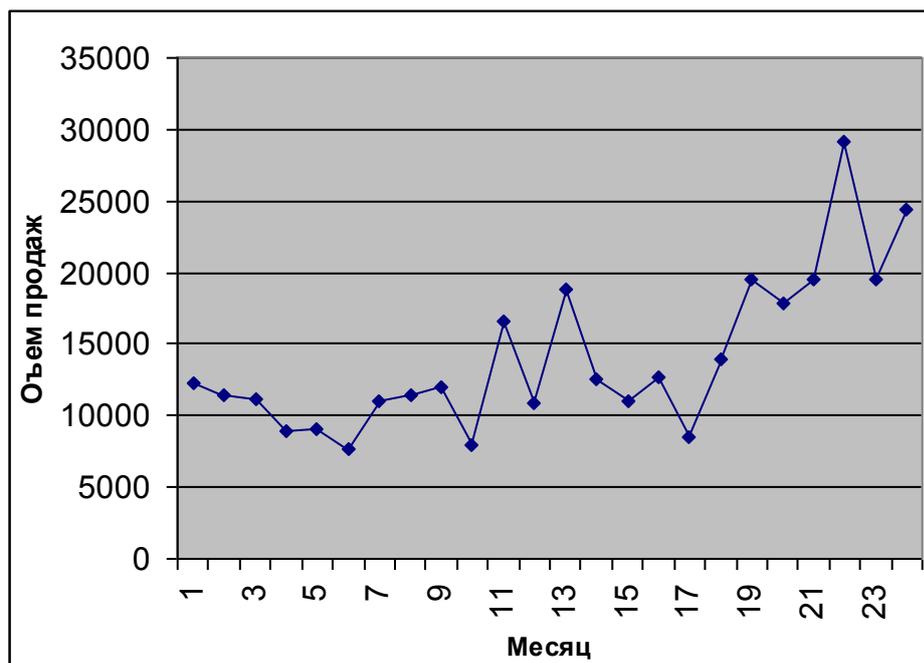


Рис.1. Изменение тенденции на наблюдаемом участке

<sup>1</sup> Все приводимые примеры взяты из реальных задач 2002–2003гг.. Названия товаров и фирм не приводятся по просьбам заказчика.

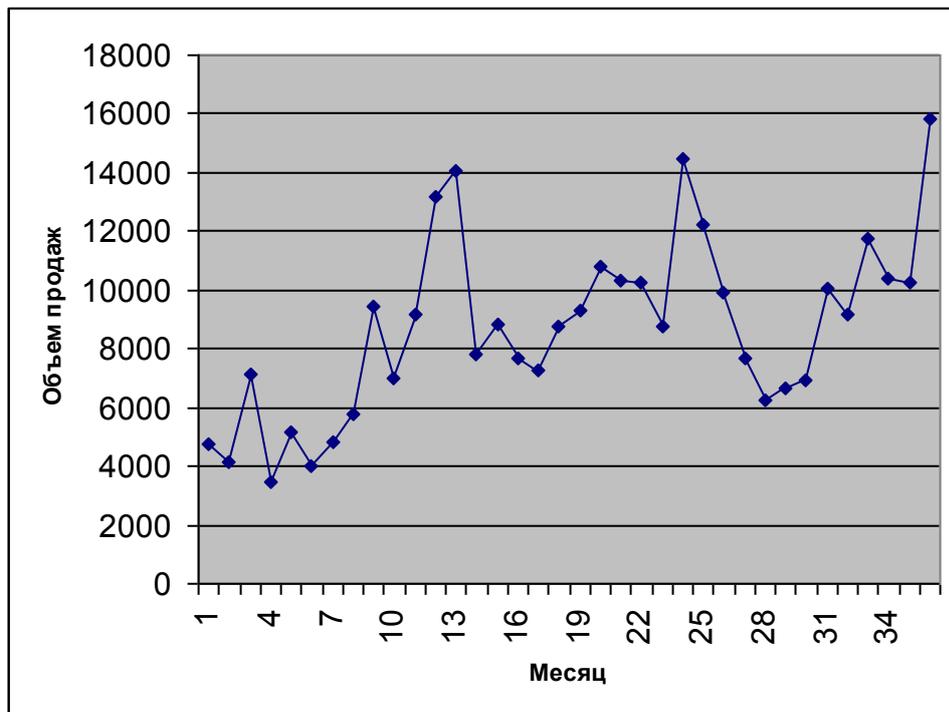


Рис.2. Пилообразная форма сезонных изменений

В указанных случаях применение традиционного подхода в прогнозировании дает принципиально неправильный результат. Решение проблемы изменения тенденции с помощью полигональной регрессии рассмотрено нами в [1]. Задачу прогнозирования при пилообразной форме сезонных изменений мы рассмотрим в следующей работе. Здесь мы попытаемся предложить общий алгоритм прогнозирования. Заметим еще раз, что здесь предполагается, что вся информация о процессе имеется в накопленном нами наборе данных. В общем случае этой информации недостаточно для уверенного прогнозирования и требуется привлечения дополнительной информации для построения модели и принятия решения. Кроме того, существуют ситуации, когда такое прогнозирование принципиально невозможно – это ситуации, когда в основу моделирования необходимо положить аппарат марковских цепей или же общую модель жизненного цикла товара.

### Построение прогноза.

В самом общем виде модель прогноза по имеющимся данным имеет следующий вид:

$$y(t) = tr(t) + S(t) + C(t) + I(t) + \varepsilon,$$

где  $tr(t)$  — тренд, который представляет собой плавно изменяющуюся составляющую, обычно представляющую влияние факторов, оказывающих долговременное воздействие. Например, изменение заболеваемости может иметь длительную тенденцию к уменьшению или увеличению, являющуюся следствием общего изменения состояния экономики государства.

$S(t)$  — сезонная составляющая, которая отражает регулярную повторяемость процессов во времени (в году, неделе, сутках и пр.). Например, изменение количества простудных заболеваний или цен на сельскохозяйственную продукцию в течение года, загрузка линий связи в течение суток и т.п.

$C(t)$  — циклическая составляющая, описывающая длительные периоды относительного спада или подъема. Например, изменение уровня заболеваемости по некоторым нозологическим единицам в зависимости от многолетних циклов солнечной активности.

$I(t)$  — интервенции, то есть резкие изменения под влиянием непредвиденных обстоятельств, например, политических, природных катастроф и т.п., которые неизбежно время от времени случаются, но их практически невозможно определить и локализовать во времени с точки зрения возможности предвидения.

Реально же она сводится к двум составляющим:  $y(t) = tr(t) + S(t)$ .

Это связано обычно с ограниченной длиной временного ряда, имеющегося в распоряжении маркетолога. Что касается интервенций, то для их введения необходим анализ политической и экономической информации часто даже за пределами страны, что делает практически невозможным их использование для рядового работника.

Т.е. необходимо сделать прогноз общей тенденции изменений, а затем этот прогноз уточнить введением членов, описывающих сезонные изменения. В данной работе мы не рассматриваем сезонные изменения, а интересующиеся их использованием могут найти исчерпывающие объяснения с примерами в [6–8].

Обращаем ваше внимание, что обязательно необходимо общий прогноз также представлять в отчетных документах, так как он дает представления об имеющихся тенденциях, которые в помесечном прогнозе в глаза не бросаются и не вызывают необходимости делать выводы для всех участников процесса.

### ***Общая схема прогноза***

#### ***Назначение.***

Данный алгоритм предназначен для краткосрочного (до года) прогноза по данным и оперативного контроля за изменением тенденций.

#### ***Что позволяет делать.***

1. Планирование будущих продаж на следующий год в трех вариантах: оптимистический, наиболее вероятный и пессимистический.
2. Контроль за возможным изменением тенденции.
3. Сравнение точек изменения тенденции для разных подразделений рынка и сектора рынка для формирования выводов.

#### 4. Оперативная корректировка прогноза.

##### **Замечания о теоретическом обосновании.**

Для выделения точек изменения тенденции используется полигональная регрессия.

Преимущества по сравнению с представлением другими функциями:

1. Обладает лучшими прогностическими свойствами.
2. Более устойчива к сильным случайным флуктуациям.
3. Позволяет определить точки изменения тенденции.

Недостаток.

Наличие определенного произвола в задании зоны, в которой необходимо определять точку переключения. Автоматический выбор наилучшей по остаточной дисперсии точки часто неудовлетворителен с точки зрения прогноза, так как фактически отслеживает случайные изменения. Поэтому правильное построение зависит от человека.

Для получения прогноза используются три функции: линейная  $Y = b_0 + b_1t$ ; показательная  $Y = b_0e^{b_1t}$ ; степенная  $Y = b_0x^{b_1t}$ . Построение трех разных функций теоретически допускается тем, что на выбранном отрезке все функции дают статистически одинаковое приближение имеющихся данных. При экстраполяции (прогнозировании) результат будет различаться. Выбор функции зависит от наших предположений о природе процесса.

При использовании линейной функции мы предполагаем, что скорость изменений не меняется. Если мы предполагаем постоянный темп относительного прироста во времени, то используется показательная функция. При изменении темпа относительного прироста во времени – степенная [9, 10].

Построение доверительных интервалов для таких задач лишено смысла в связи во-первых, с отсутствием оценок соответствующих дисперсий, а во-вторых, с тем, что разные функции дают не перекрывающиеся доверительными интервалами области прогноза.

##### **Описание алгоритма.**

Прогноз выполняется в три этапа. На первом этапе производится выделение участка временного ряда, который отражает последние по времени тенденции. Для этого используется полигональная регрессия. Затем строятся три варианта прогноза по выделенному последнему участку. После этого выполняется учет сезонных тенденций.

Исходными данными служат данные о продажах за прошлые периоды времени. Для построения прогноза выполняется следующая последовательность действий.

1. С использованием полигональной регрессии находится точка изменения тенденции. Для этого исходными данными выбирается отрезок данных, который содержит не более одного перелома. В обычных условиях это 2 – 3 года.
2. Используя фрагмент данных после точки перелома (изменения тенденции), строятся три варианта модели прогноза: линейная функция, показательная, Степенная. Эти три функции будут давать три разных варианта прогноза. В литературе их часто называют наиболее вероятный, оптимистический, пессимистический, хотя это не совсем так. Коэффициенты уравнений регрессии находятся решением системы линейных уравнений методом. Варианты прогноза являются построением будущих тенденций, исходя из различных предположений о природе процесса. При линейном предполагается, что процесс продолжается как и прежде, при показательном, что темпы изменения скорости процесса остаются постоянными, при степенном – темпы изменения скорости увеличиваются.
3. Выявляются сезонные изменения. Для описания сезонных изменений используется представление в виде таблицы долей продаж. Этот метод выбран в связи с тем, что представление в виде ряда Фурье в большинстве прикладных задач требует применения высоких гармоник с целью обеспечения удовлетворительной точности описания. После описания всех имеющихся полных периодов выполняется их сравнение. Если все периоды подобны (коэффициенты парной корреляции каждого с каждым не менее 0,9), то модель сезонных изменений представляет собой усреднение всех временных периодов. Если этого нет, то для усреднения выбираются подобные периоды. Если подобных периодов нет, то в качестве модели сезонных изменений выбирается последний период.

Выполняется расчет прогноза на заданный период времени по всем функциям. Прогноз выводится в двух вариантах: как общая тенденция, которая дает возможность представить ход изменений, и с корректировкой с учетом сезонных изменений.

***Пример.***

В качестве задачи взяты данные, приведенные на рис.1 (первые 12 месяцев). По ним был выполнен расчет с использованием описанного алгоритма. На рис.3 приведены результаты прогноза от точки изменения тенденции до конца следующего года.

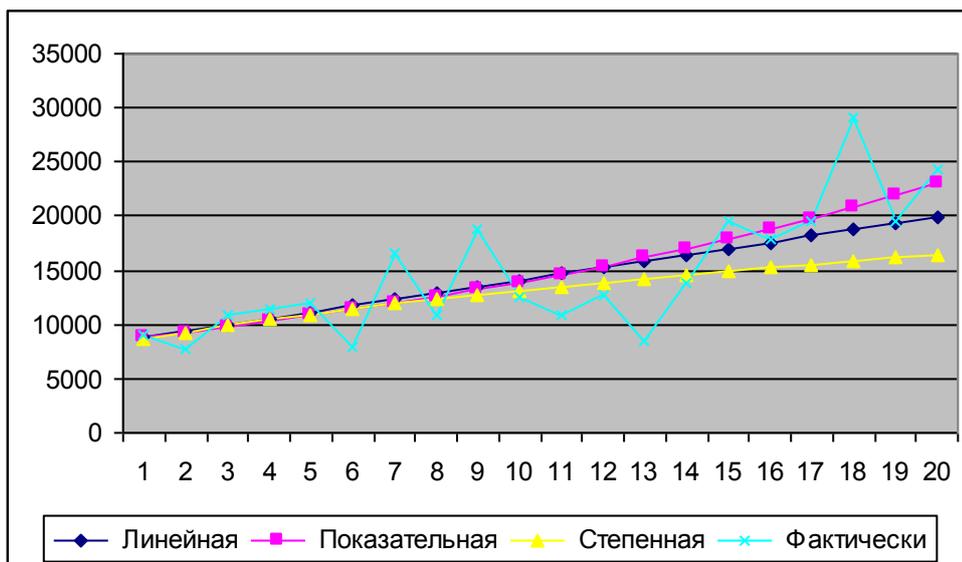


Рис. 3. Три варианта прогноза. Общая тенденция.

Годовое расхождение 2,4%; 3,4%; 15% для разных видов прогноза. Корректировка моделей с учетом сезонных изменений приведена на рис. 4.

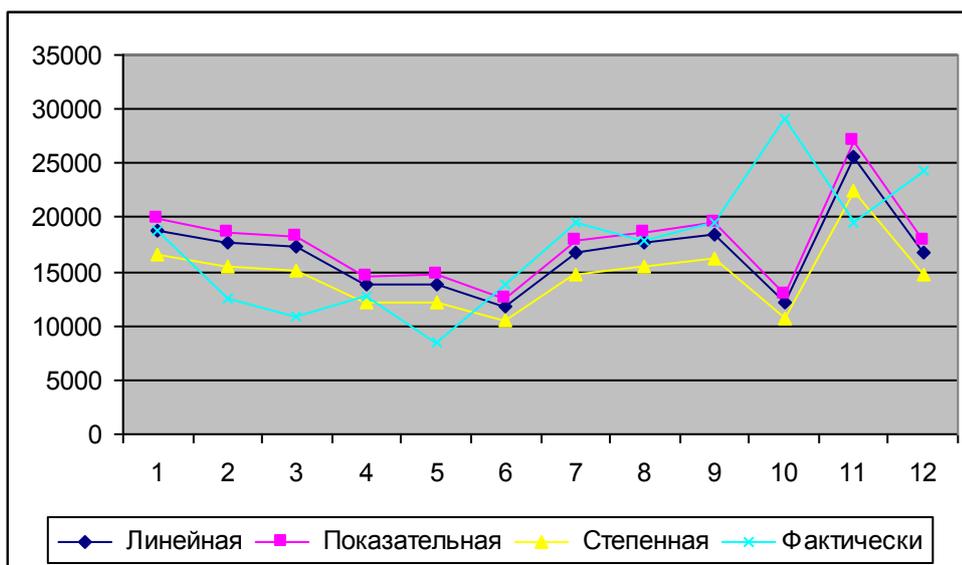


Рис.4. Три варианта прогноза с учетом сезонности

Видно, что отсутствует полная повторяемость сезонных изменений в прогнозируемом году по сравнению с базовым.

Следует иметь в виду, что рассматриваемый подход в прогнозировании не учитывает того факта, что фактически изменения объемов продаж зависят в основном не от времени (от времени зависят сезонная и циклические составляющие). Собственно тренд зависит от факторов внешней среды и параметров деятельности фирмы. Обычно поиск и анализ этих факторов выполняется после того, как обнаружено изменение тенденции. Для учета этих факторов необходимо строить многофакторные регрессионные модели [6]. Проблема

состоит в трудности подбора информации для таких моделей. Один из вариантов построения многофакторных моделей прогноза объема продаж приведен в [11].

### **Выводы.**

В данной работе предлагается методология построения прогноза по имеющемуся временному ряду для краткосрочного прогнозирования. Алгоритм позволяет обнаруживать точки изменения тенденции и получать спектр прогнозов, представляющий возможные разные тенденции продолжения событий. Практическое применение алгоритма дало хорошие результаты.

### **Література**

1. Лапач С.Н., Чубенко А.В., Бабич П.Н. Прогнозирование с использованием полигональной регрессии / Провизор, 2003, №16
2. Доугерти К. Введение в эконометрику –М.: ИНФРА-М, 2001. –402с.
3. Бородич С.А. Эконометрика – Мн.: 2001. –408с.
4. Назаренко М.О. Основы эконометрики –К.: Центр навчальної літератури, 2004. –392с.
5. Айвазян С.А. Основы эконометрики –М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. –432с.
6. С.Н. Лапач, А.В. Чубенко, П.Н. Бабич Статистические методы в медико-биологических исследованиях с использованием Excel –2 изд. перераб. и доп. –К.: 2001, Морион. – 408с.
7. С.Н. Лапач, А.В. Чубенко, П.Н. Бабич Статистика в науке и бизнесе –К.: 2002, Морион. – 640с.
8. С.Н. Лапач, А.В. Чубенко, П.Н. Бабич Моделирование сезонных изменений потребления ненаркотических анальгетиков на рынке Украины 2003 г Ремедиум, № 6, с.25–26.
9. И.Г.Венецкий, В.И. Венецкая Основные математико-статистические понятия и формулы в экономическом анализе –М.: Статистика, 1979. –447с.
10. Е.М. Четыркин Статистические методы прогнозирования –М.: Статистика, 1977.–200с.
11. С.Н. Лапач, А.В. Чубенко Влияние заболеваемости и уровня платежеспособности населения на розничную реализацию лекарств / Провизор, №23, 2002, –С.14–16.