

## МОДЕЛИРОВАНИЕ МАРКЕТИНГОВЫХ ПРОЦЕССОВ

*Чертыховцев Валерий Кириллович,  
д. т. н., профессор Самарского университета,  
Россия, г. Самара*

## MODELING OF MARKETING PROCESSES

*Chertykovtsev Valery,  
Doctor of Technical Sciences, Professor of Samara University,  
Russia, Samara*

### АННОТАЦИЯ

В работе рассматривается актуальная проблема повышения точности результатов измерений маркетинговых процессов. Предложен тестовый метод повышения точности результатов измерения линейного временного тренда.

### ABSTRACT

The paper deals with the actual problem of improving the accuracy of measurement results of marketing processes. A test method for improving the accuracy of linear time trend measurement results is proposed.

**Ключевые слова:** измерение; тест; линейный тренд, прогнозирование.

**Keywords:** measurement; test; linear trend, forecasting.

Важнейшей проблемой в маркетинге является прогноз развития социально-экономического процесса [1, 3]. При сборе первичных данных в маркетинге самый распространенный метод сбора данных является опрос, а также метод экспертной оценки.

Существует три метода прогнозирования: оценочные, экспертные статистические. Наиболее широко используются линейные тренды. Основным преимуществом этих методов является их простота.

Где основная измерительная процедура осуществляется с помощью человека. Такая измерительная процедура обладает большой погрешностью измерения. При построении прогнозной модели человеку приходится учитывать субъективно огромное количество различных параметров: цену и вид продукции, время года, вкусы и доходы потребителя и т.д.

При построении линейных моделей экономических процессов возникают различного рода погрешности, которые ведут к неверному принятию решений в процессе управления социально-экономическими системами [1,3].

Обобщенную характеристику измерительного процесса можно представить в виде

$$y = F(x, a \dots e) \quad (1)$$

где  $x$  – измеряемая величина;  $y$  – выходная величина в процесс измерения;  $a \dots e$  – параметры измеряемой величины.

Под действие внешних и внутренних факторов на измерительный процесс, параметры,  $a \dots e$  изменяют свои значения, что приводит к погрешности измерения.

Погрешность измерения можно разбить на две составляющие по частотному признаку. Коррелированные и некоррелированные погрешности.

Коррелированные погрешности объединяют практически все систематические, прогрессирующие и относительно медленно меняющиеся случайные погрешности [3].

Некоррелированные погрешности это погрешности типа «белого» шума. Методы уменьшения некоррелированной составляющей погрешности основаны на статистической обработке результатов много кратных измерений. В простейшем случае статистическая обработка заключается в нахождении среднего арифметического значения нескольких результатов измерения. Однако коррелированная составляющая погрешности при этом не уменьшается.

Наиболее перспективными методами повышения точности

измерений являются методы, основанные на введение в систему избыточности, позволяющей получить дополнительную информацию не только об измеряемой величине, но и о погрешностях, полученных при измерениях. Таким образом, можно исключить эти погрешности из результата измерения [2].

Среди методов уменьшения коррелированной составляющей погрешности измерения наиболее эффективными являются итерационные и тестовые методы [2].

В общем случае при тестовых методах повышения точности измерений процесс состоит из нескольких тактов. Сначала измеряется основная величина, затем дополнительные тесты, каждый из которых является некоторой функцией измеряемой величины  $x$ . Результаты основного и дополнительного измерений формируют так называемый тестовый алгоритм, который позволяет обеспечить повышение точности результатов измерения того или иного процесса. Тестовый метод позволяет исключить коррелированную составляющую погрешности измерения.

Для повышения точности результатов измерения применяются как аддитивные так и мультипликативные тесты [2].

На практике наиболее часто встречающимися являются линейные трендовые модели  $Y$  вида

$$Y = ax, \quad (2)$$

где  $a$  – угол наклона измеряемой характеристики.

При различного рода воздействия на процесс измерения изменяется параметр  $a$ , что приводит к погрешностям измерения:

- изменение параметра,  $a$  приводит к мультипликативной погрешности измерения.

Для уменьшения влияния этой погрешности на процесс измерения предлагается способ с использованием тестовых методов повышения точности [3].

Суть этого метода заключается в совершении ряда измерительных процедур с включением в алгоритм повышения точности

стабильно заранее установленной тестовой величины  $Q$ , которая идентична измеряемому параметру  $x$ .

Например: с помощью экспертных оценок построить тренд изменения цены на продукты питания в течение года.

Запишем реальную прогнозную модель изменения цены в течение года  $x(t)$  на продукты питания (колбасные изделия) в виде

$$x(t) = x_0 + bt, \quad (3)$$

$b$  – коэффициент, характеризующий скорость изменение цены продукта в течении времени (руб./год),

$x_0$  – известная исходная величина на сегодняшний день, начало прогноза,

$t$  – временной параметр (год).

Тренд изменение цены на продукты питания построенный с помощью экспертной оценки  $YI(t)$  обладает мультипликативной погрешностью измерения, обусловленной человеческим фактором. Физиологи считают, что погрешность измерения человеком параметров окружающей среды составляет более 20%.

Запишем трендовую модель, полученную экспертным путем в виде

$$YI(t) = x_0 + a x(t), \quad (4)$$

где  $a$  – мультипликативная погрешность измерения тренда с помощью экспертных оценок;  $x_0$  – известная исходная величина на сегодняшний день, начало прогноза, для упрощения дальнейших расчетов ее можно принять за исходный ноль. Ее можно затем добавлять в расчетах как постоянную величину.

Введем в процедуру измерения стабильную известную величину (тест)  $Q$  (например: повышение цены на мясо за измеряемый период).

Проведем повторное измерение цены на колбасные изделия (с учетом теста) методом экспертных оценок.

Запишем трендовую модель, полученную экспертным путем с учетом теста в виде

$$Y_2(t) = a [x(t) + Q], \quad (5)$$

Вычтем из уравнения (3) уравнение (2) получим

$$V(t) = Y_2(t) - Y_1(t) = a Q, \quad (6)$$

Разделим уравнение (2) на уравнение (4) получим расчетный тренд повышение цены на колбасные изделия  $Y_p(t)$ , который не зависит от мультипликативной погрешности измерения –  $a$ , построенный с помощью экспертных оценок

$$Y_p(t) = \frac{Y_1(t)}{V(t)} = \frac{1}{Q} x(t) \quad (7)$$

### **Погрешность метода измерения**

Относительная погрешность измерения маркетинговых процессов с помощью тестового метода повышения точности результатов измерения можно записать в виде

$$S(t, Q) = \frac{x(t) - Y_p(t)}{x(t)}, \quad (8)$$

где  $x(t)$  – значения реального тренда;

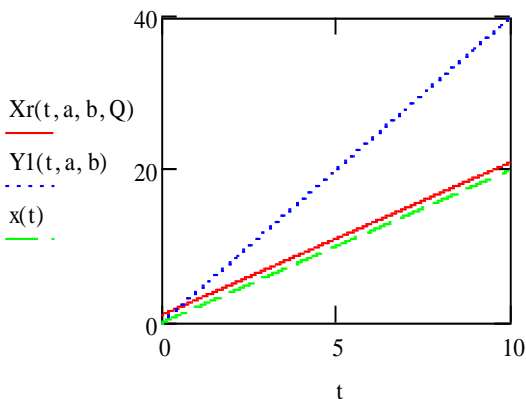
$Y_p(t)$  – значения расчетного тренда с компенсацией мультипликативной погрешности результатов измерения с помощью тестового метода.

Погрешность метода измерения зависит как от параметра времени  $t$ , так и от величины тестового  $Q$  сигнала. Исследовать влияние этих параметров на точность измерения можно с помощью программы Mathcad.

## Проверка компенсации аддитивной составляющей погрешности измерения линейного тренда

Проверка тестового метода повышения точности результатов измерений линейных трендов осуществлялась с помощью программы Mathcad (рисунок 1).

Из рисунка 1 видно, что реальный тренд (пунктирная линия) и расчетный тренд полученный экспертным путем с помощью тестовых методов повышения точности результатов измерения (сплошная линия) практически идентичны. Тренд, полученный методом экспертной оценки без компенсации мультипликативной погрешности (точечная линия) обладает большой мультипликативной погрешностью.

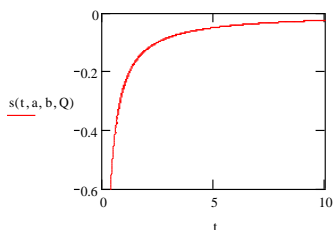


- $Xr(t, a, b, Q)$  – расчетный тренд, полученный экспертным путем с помощью тестовых методов повышения точности результатов измерения;
- $Y1(t, a, b)$  – тренд, полученный методом экспертной оценки без компенсации мультипликативной погрешности;
- $x(t)$  – реальный тренд.

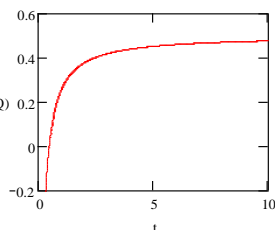
Рисунок 1 – Проверка тестового метода повышения точности результатов измерений

## Моделирование погрешности измерения маркетинговых процессов тестовым методом

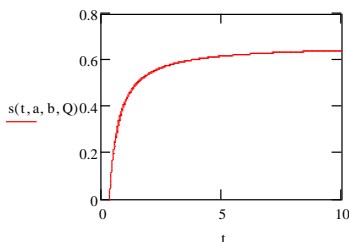
Рассмотрим относительную погрешность измерения маркетинговых процессов при различных значениях тестовой величины  $Q$ .



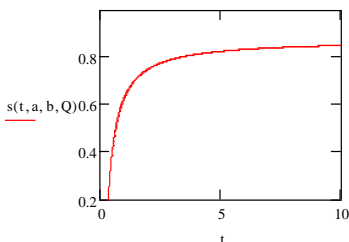
При  $Q = 1$



При  $Q = 2$



При  $Q = 3$



При  $Q = 8$

Рисунок 2 – Закон изменение погрешности при различных значениях теста и временного интервала

Как видно из рисунка 2 максимальную точность измерения мы достигаем при величине тестового параметра  $Q=2$ .

Таким образом, моделируя процесс измерения с помощью программы Mathcad, можно подобрать величину теста, который обеспечивает минимальную погрешность измерения.

### **Список литературы:**

1. Афанасьев, В. Н. Анализ временных рядов и прогнозирование / В. Н. Афанасьев, М. М. Юзбашев. – М.: Финансы и статистика, 2010. – 320 с.
2. Бромберг, Э. М. Тестовые методы повышения точности измерений / Э. М. Бромберг, К. Л. Куликовский. – М: Энергия, 1978 – 176 с.
3. Чертыковцев, В. К. Экономико-математические модели в маркетинговых процессах [Текст]: монография / В. К. Чертыковцев. – Самара: Изд-во Самар. гос. экон. ун-та, 2009 – 188 с.

### **References:**

1. Afanasyev, V. N. Time series analysis and forecasting / V. N. Afanasyev, M. M. Yuzbashev. – M.: Finance and Statistics, 2010. – 320 p.
2. Bromberg, E. M. Test methods for improving the accuracy of measurements / E. M. Bromberg, K. L. Kulikovskiy. – M.: Energia, 1978. – 176 p.
3. Chertykovtsev, V. K. Economic and mathematical models in marketing processes: monograph / V. K. Chertykovtsev. – Samara: Publishing House of the Samara State Economy. un-ta, 2009. – 188 p.