



УДК 004.421

UDC 004.421

**ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА  
ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРОДАЖ И  
ПОСТРОЕНИЕ БИЗНЕС СТРАТЕГИИ НА  
РЫНКЕ ЭЛЕКТРОННОЙ КОММЕРЦИИ**

*Н. Н. Акимов, В. А. Герасимов*

Донской государственный университет,  
Ростов-на-Дону, Российская Федерация

[akimov.spk@gmail.com](mailto:akimov.spk@gmail.com)  
[vgerasimov@dstu.edu.ru](mailto:vgerasimov@dstu.edu.ru)

Рассмотрены задачи повышения точности алгоритмов прогнозирования. Основным научным решением является построение нового алгоритма прогнозирования продаж на базе уже существующих и ранее изученных экспертами в данной области. Рассматриваемый алгоритм позволяет построить прогноз продаж, используя статистику по совершенным продажам за прошедшие периоды. Для обработки статистических данных используется разработанный модуль управления базой знаний. Помимо внесения информации в базу данных и ее чтение, этот модуль выполняет анализ актуальности данной информации. Информация остается актуальной в течение определенного периода времени, обычно такое время составляет три прошедших периода. Понятие период для каждой группы товаров может быть разным, поэтому длительность одного периода выставляется индивидуально пользователем в настройках.

**Ключевые слова:** прогнозирование продаж, электронная коммерция, прогнозирование на рынке электронной коммерции.

**Введение.** Разрабатываемый продукт представляет собой экспертную систему ведения интернет-торговли (ЭСИТ). ЭСИТ рассчитывает прогноз продаж путём использования уникального алгоритма, построенного в ходе разработки системы.

Алгоритм прогноза в ЭСИТ опирается на статистику продаж по прошедшим периодам. Для работы со статистическими данными был разработан модуль управления базой знаний (МУБЗ).

**EXPERT SYSTEM OF SALES  
FORECASTING AND BUSINESS  
STRATEGIES BUILDING IN THE  
ELECTRONIC COMMERCE MARKET**

*N. N. Akimov, V. A. Gerasimov*

Don State Technical University, Rostov-on-Don,  
Russian Federation

[akimov.spk@gmail.com](mailto:akimov.spk@gmail.com)  
[vgerasimov@dstu.edu.ru](mailto:vgerasimov@dstu.edu.ru)

The article considers forecasting algorithms accuracy improving. The main scientific solution is the creation of new sales forecasting algorithm on the basis of the existing ones and the algorithms studied by the experts in this field. The considered algorithm builds the sales forecast using sales statistics for the last periods. The developed module of knowledge base control is used to process the statistical data. In addition to adding the information to the database and its reading, this module conducts the relevance analysis of this information. Information remains actual for some time; usually it is the last three periods. This period can be different for each group of goods therefore the duration of one period is set individually by the user in settings.

**Keywords:** Sales prediction, electronic commerce, forecasting in the electronic commerce market.

Помимо внесения информации в базу данных и ее чтения, МУБЗ выполняет анализ актуальности данной информации. Информация является актуальной в течение определенного времени. Обычно это время составляет три прошедших периода. Понятие «период» для каждой группы товаров может быть разным, поэтому длительность одного выставляется индивидуально пользователем в настройках.

**Актуальность.** На сегодняшний день рынок электронной коммерции в России активно развивается. Согласно данным исследовательского агентства Data Insight, объем российского рынка электронной коммерции в 2011 году составил 310 млрд. рублей, в 2012 — 392 млрд. рублей (рост на 26%). Многим ведущим представителям розничной интернет-торговли удалось добиться увеличения продаж на 200-300%. Важно отметить, что темпы роста данного сектора экономики значительно опережают темпы роста экономики страны: за 2012 год ВВП России вырос на 3,5%, а e-commerce — на 26%.

Согласно мнению экспертов компании J'son & Partners Consulting, в ближайшие годы ожидаются стабильные темпы роста на уровне 15–20% ежегодно, в то время как к 2020 году объем рынка электронной коммерции составит более 2180 млрд. руб. (рис. 1).

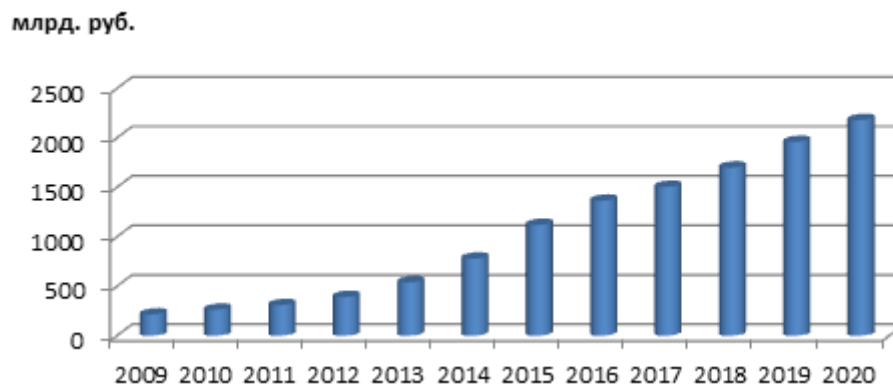


Рис. 1. Объем рынка электронной коммерции в России (млрд. руб.)

Следует отметить тот факт, что сегмент электронной коммерции в экономике нашей страны стал заметен только за последние несколько лет. До 2011 года доля продаж посредством интернета составляла менее 1% от общего объема торговли России, в 2012 — около 2% (рис. 2). Схожие показатели имели место в США и Великобритании в 2003 и 2005 годах. На сегодняшний день доля e-commerce в данных странах занимает более 10%. Можем предположить о наличии определенного потенциала для дальнейшего роста рынка электронной коммерции и в России.

Разработка алгоритма расчета прогноза продаж (РПП). На сегодняшний день разработано достаточно много различных технологий в области прогнозирования.

Активно применяются алгоритмы нейросетевого прогнозирования. Помимо этого, довольно часто применяются методы нечеткой логики. Большинство таких задач решается посредством применения методов исследования операций. К ним относятся: теория игр, имитационное моделирование, трендовый и регрессионный анализ. При разработке системы РПП был выбран один из возможных алгоритмов, строящих прогноз объема продаж для товаров с сезонным характером.

Важно понимать, что такой величиной, как «сезон» в области прогнозирования могут быть любые временные колебания. Например, в случае, когда проводится исследование товарооборота в

течение одной недели, в качестве «сезона» выступает один рабочий день. Длительность цикла колебаний не всегда составляет один год — эта величина может варьироваться. После выявления величины цикла колебаний строится прогноз, используя для этого временной ряд, в котором была выявлена величина цикла с применением мультипликативных и аддитивных моделей.

Аддитивная модель имеет вид:

$$F = T + S + E \quad (1)$$

где  $F$  — прогнозируемое значение;  $T$  — тренд;  $S$  — сезонная компонента;  $E$  — ошибка прогноза. В формуле все значения указаны в денежных единицах.

Мультипликативные модели применяются в случае, когда во временных рядах наблюдается значение сезонной компоненты, которое является частью трендового значения. Такие модели имеют вид:

$$F = T * S * E \quad (2)$$

Ориентируясь на величину сезонной вариации, возможно отличить аддитивную модель от мультипликативной. Для аддитивной модели характерна практически постоянная сезонная вариация. Для мультипликативной модели сезонная вариация возрастает или убывает. На графиках это выражается в изменении амплитуды колебания сезонного фактора. Пример изображен на рис. 2.

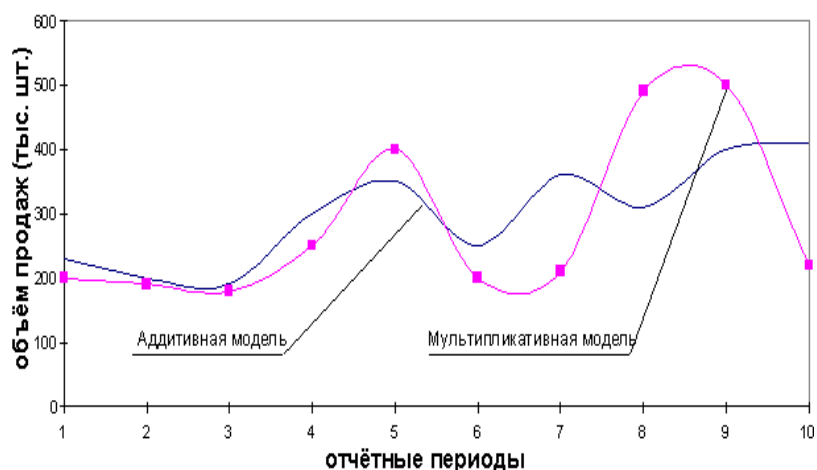


Рис. 2. Аддитивная и мультипликативная модели прогнозирования

Определение тренда. Существует множество различных взаимозаменяемых методов определения тренда. Наиболее часто встречающиеся и рекомендуемые в различных литературных источниках методы — это логарифмический, линейный, степенной, экспоненциальный и полиномиальный. Задачей является выбор метода, который дает наиболее точную оценку. Выбор метода в итоге, по результатам расчета, даст наиболее точный прогноз. Прежде, чем определиться с выбором метода, был изучен и опробован каждый из вышеперечисленных методов.

Согласно результатам исследований и проведенных экспериментов, был выбран полиномиальный тренд. Результаты показали, что данный тренд, в сравнении с такими трендами как степенной, логарифмический или экспоненциальный, оказался наиболее эффективным, так как он наиболее удовлетворительно аппроксимирует фактические значения и имеет самый высокий коэффициент детерминации:

- логарифмический  $R^2 = 0,0166$ ;

- степенной  $R^2 = 0,0197$ ;
- экспоненциальный  $R^2 = 8E-05$ .

Полиномиальный же  $R^2 = 0,7435$ , что позволяет в разы уменьшить вероятность ошибки при прогнозировании.

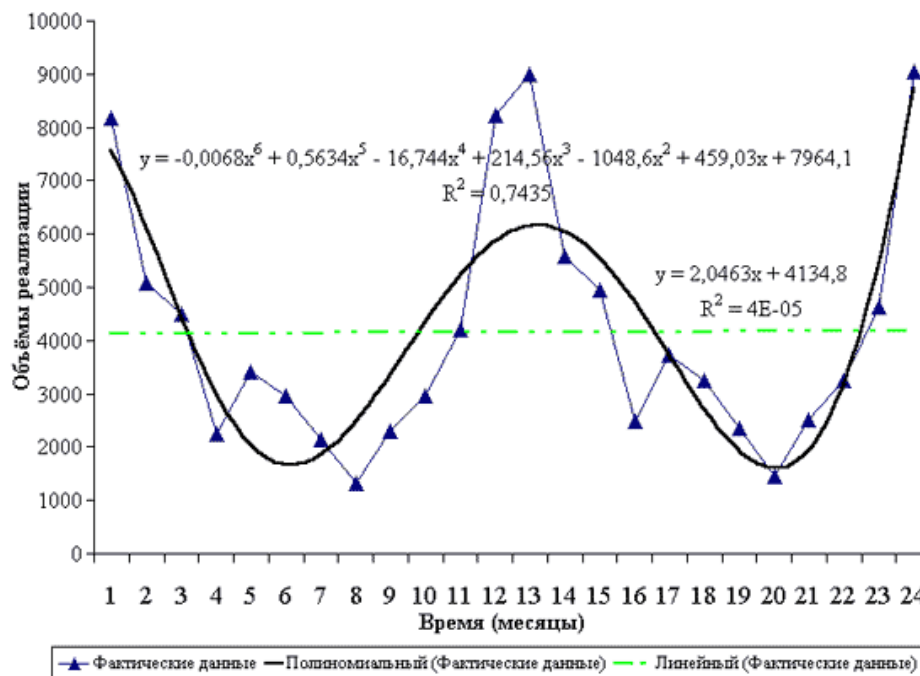


Рис. 3. Сравнительный анализ полиномиального и линейного тренда

На рис. 3 изображена диаграмма, изучив которую можно сделать вывод о том, что полиномиальный тренд выполняет аппроксимацию фактических данных гораздо эффективнее, нежели другие часто используемые тренды, например, линейный.

Алгоритм прогнозирования объема продаж пошагово. Приведенный ниже алгоритм прогнозирования объема продаж имеет сезонный характер и состоит из нескольких шагов.

Первым шагом является определение тренда. Существует множество способов расчета тренда. Самые распространенные из них описаны выше. С ними был проведен эксперимент, по результатам которого выбран полиномиальный тренд, так как именно он наилучшим образом позволяет сократить ошибку прогнозной модели.

Следующим шагом выполняется вычитание значения тренда из фактических значений объемов продаж. Это позволяет определить величину сезонной компоненты. После того, как сезонная компонента определена, ее необходимо откорректировать таким образом, чтобы сумма фактических значений и сезонной компоненты была бы равна нулю.

После определения сезонной компоненты и ее корректировки выполняется расчет ошибки модели. Для этого нужно посчитать разницу между фактическими значениями и значениями модели. Когда посчитаны все значения, выполняется построение модели прогнозирования по формуле:

$$F = T + S \pm E, \quad (3)$$



где  $F$  — прогнозируемое значение,  $T$  — тренд,  $S$  — сезонная компонента,  $E$  — ошибка модели.

На основе построенной прогнозной модели рассчитывается окончательный прогноз продаж. Для сглаживания ряда был выбран метод экспоненциального сглаживания, так как он позволяет учесть весьма вероятные изменения экономических тенденций в будущем.

$$F_{\text{пр}}t = a F_{\text{ф}}t - 1 + (1 - a)F_{\text{м}}t, \quad (4)$$

где  $F_{\text{пр}}t$  — прогнозное значение объема продаж;  $F_{\text{ф}}t - 1$  — фактическое значение объема продаж в предыдущем году;  $F_{\text{м}}t$  — значение модели;  $a$  — константа сглаживания.

Результаты применения метода на практике показали ряд его особенностей:

Для построения прогноза достаточно указать величину сезона. Исследования показывают, что у большинства продуктов присутствует именно сезонный характер, при этом величина сезона для каждого вида товара индивидуальна. Для одной группы товаров это может быть неделя, для другой группы — год.

Использование полиномиального тренда позволяет значительно сократить ошибку по сравнению с другими трендами.

При условии внесения достаточного количества данных (в зависимости от величины сезона), метод выполняет эффективную аппроксимацию и может быть полезен в построении стратегии ведения продаж.

**Заключение.** При тестировании вышеописанного метода на реальных данных по продажам выявлено, что математическая модель дает некоторую погрешность, из-за чего есть вероятность ошибки в построении прогноза. Однако результаты исследования показали, что ошибочность незначительна и описанный метод приемлем для применения на практике.

#### **Библиографический список.**

1. Прогнозирование и планирование в условиях рынка: Учебное пособие / Л. Е. Басовский. — Москва : НИЦ ИНФРА-М, 2014. — 260 с.
2. Введение в вероятностное прогнозирование. Курс лекций и упражнений / И. П. Костенко. — Москва : Ин-т компьют. исслед., 2004. — 316 с.
3. Литвак, Б. Г. Экспертные оценки и принятие решений. — Москва : Патент, 1996. — 271 с.
4. Сидельников, Ю. В. Технология экспертного прогнозирования : Учебное пособие. Изд. 2-е, исправл. — Москва : Доброе слово, 2004. — 284 с.