

Нечеткие модели прогнозирования объема оборота розничной торговли¹

Пономарев И.В.

Алтайский государственный университет

igorpon@mail.ru

Аннотация

В статье рассматривается состояние экономики Российской Федерации, на примере оборота розничной торговли. Строится и исследуется модель нечеткой линейной регрессии. Прогнозирование дальнейшего развития процесса осуществляется с помощью нечетких временных рядов.

Изучение экономических процессов по статистическим данным играет важную роль в принятии обоснованных решений относительно будущего. Наиболее востребованными методами исследований статистических данных являются регрессионные зависимости и анализ временных рядов. Развитию этих моделей исследования посвящены работы многих российских и зарубежных ученых [1–3].

В данной статье была поставлена задача построить экономически обоснованные математические модели анализа и прогнозирования объема оборота розничной торговли в РФ [4]. Особенностью такого рода экономических задач является полная доступность исходных данных, охватывающих временные периоды различной продолжительности, что позволяет провести многочисленные эксперименты и детально проанализировать получаемые результаты.

1. Нечеткая регрессионная модель

В работах [5,6] была построена равномерно-нечеткая регрессионная модель. Используя данную модель, построим линейный тренд выбранного временного ряда

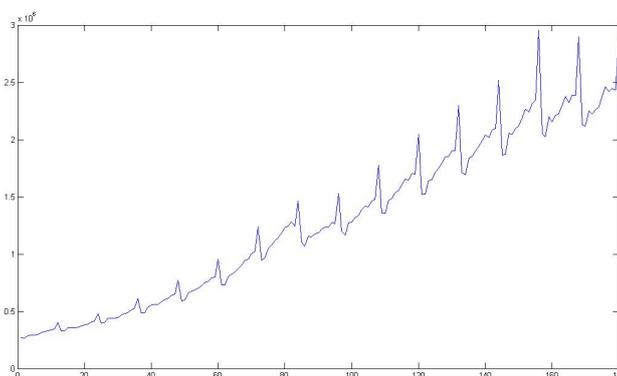


Рисунок 1. Объем оборота розничной торговли РФ

Модель тренда будет иметь следующий вид

$$y_t = a + b \cdot t,$$

¹Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 16–01–00336_a)

где t – номер периода; y_t – значение объема розничной торговли (млн. руб.); a, b – параметры модели.

Построение модели будем осуществлять в пакете MatLab. Для этого был создан соответствующий комплекс программ.

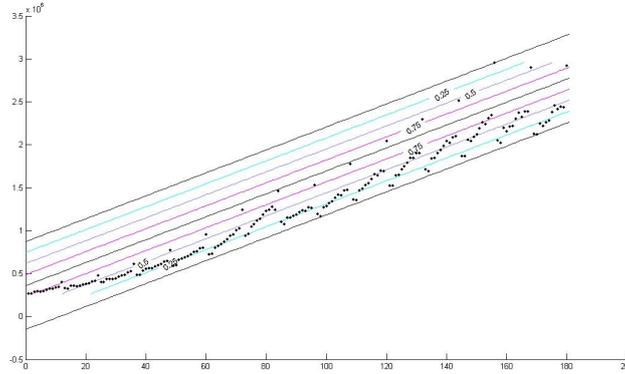


Рисунок 2. Модель нечеткой равномерно-нечеткой регрессии

На рисунке 2 представлен графики функций принадлежности построенного нечеткого тренда:

- модальное значение тренда имеет уравнение

$$\hat{y}_t = 359925,64 + 13355,76 \cdot t.$$

- нижняя граница тренда имеет уравнение

$$\hat{y}_t = -151454,67 + 13355,76 \cdot t.$$

- верхняя граница тренда имеет уравнение

$$\hat{y}_t = 871305,96 + 13355,76 \cdot t.$$

Построенный тренд имеет возрастающую тенденцию и свидетельствует о положительном росте оборота торговли. Спрогнозируем объем оборота розничной торговли на последующий период (рисунок 3)

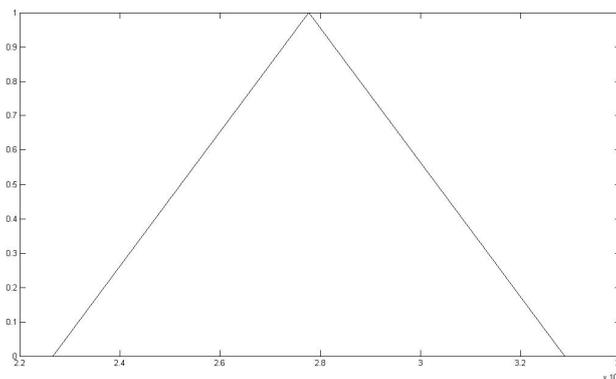


Рисунок 3. Треугольное нечеткое множество прогноза по модели нечеткого тренда

В данном случае можно сказать, что объем оборота торговли будет находиться в интервале [2265937, 86; 3288698, 50] млн. рублей, а наиболее характерное его значение будет ожидаться в районе 2777318, 18 млн. рублей.

2. Модель нечеткого временного ряда

Математическую основу нечеткого моделирования временных рядов образуют нечеткие модели и теоретические выводы, в частности, теорема FAT (Fuzzy Approximation Theorem), согласно которой любая математическая система может быть аппроксимирована системой, основанной на нечеткой логике. Другими словами, с помощью естественно-языковых высказываний “ЕСЛИ-ТО”, с последующей их формализацией средствами теории нечетких множеств, можно сколько угодно точно описать произвольную взаимосвязь “входы-выход” [7, 8].

В качестве модели авторегрессии нечеткого временного ряда используется нечеткое разностное уравнение:

$$y_t^j = y_{t-1}^i \circ R_{ij}(t, t-1),$$

где \circ – обозначает операцию композиции из теории нечетких множеств; $y_t^j \in Y_t$, $y_{t-1}^i \in Y_{t-1}$; $R(t, t-1) = \cup_{i,j} R_{i,j}(t, t-1)$ – система нечетких отношений, которая символически может быть записана в виде $Y_t \rightarrow Y_{t-1}$.

Построим данную модель в системе MatLab. На рисунке 4 красным цветом изображены реальные данные, а зеленым – прогнозные значения.

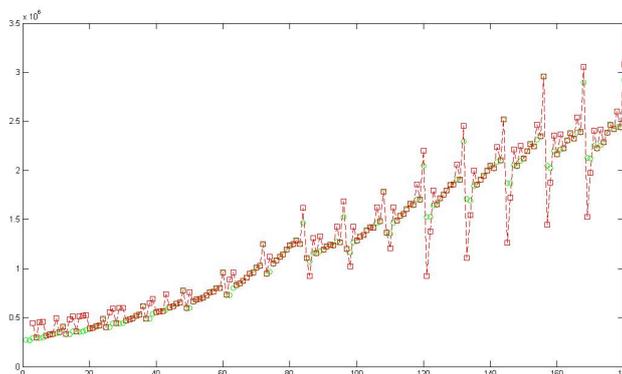


Рисунок 4. График нечеткого временного ряда

Численный прогноз на последующий период составил 2316571, 38 млн. рублей, а средняя ошибка прогноза составила 7, 19%. В работе [9] была построена классическая авторегрессионная модель исследуемого временного ряда. Сопоставляя результаты моделирования можно сказать о схожести полученных результатов.

3. Выводы

Прогнозные значения, полученные с помощью нечетких математических моделей, обладают хорошими показателями. Поэтому рассматриваемые методы целесообразно применять на практике при исследовании социально-экономических процессов и явлений.

Представленные методы отличаются достаточной простотой, приемлемой точностью, и он может быть рекомендован для применения в качестве одной из составляющих этапов технического анализа. Алгоритмы построения могут быть отнесены к числу полуавтоматических процедур, однако, участие аналитика (эксперта) при формировании интервалов разбиения и соответствующих нечетких множеств играет также огромную роль.

Список литературы

1. Афанасьев В.Н., Юзбашев М.М. Анализ временных рядов и прогнозирование. — М. : Финансы и статистика, 2001. — 228 с.
2. Weisberg S. Applied linear regression. — 3th edition. — Jonh Wiley & Sans, Inc., 2005.
3. Пономарев И.В., Родионов Е.Д., Родионова Л.В., Славский В.В. Комплекс моделей для построения и оценки вариантов развития регионального рынка труда // Вестник Алтайской науки. — 2013. — № 1. — С. 86–88.
4. Федеральная служба государственной статистики. [Электронный ресурс] URL: <http://www.gks.ru>. — (Дата обращения: 25.09.2017).
5. Ponomarev I.V., Slavsky V.V. Uniformly fuzzy model of linear regression // Journal of Mathematical Sciences. — 2012. — Vol. 186, no. 3. — P. 478–494.
6. Пономарев И.В., Славский В.В. Нечеткая модель линейной регрессии // Доклады Академии наук. — 2009. — Т. 428, № 5. — С. 598–600.
7. Мамедова М.Г., Джабраилова З.Г. Нечеткая логика в прогнозировании демографических аспектов рынка труда // Искусственный интеллект. — 2005. — № 3. — С. 450–460.
8. Гуров А.В., Пономарев И.В. Моделирование численности вакансий на рынке труда Алтайского края // Известия Алтайского государственного университета. — 2014. — № 1/2. — С. 81–85.
9. Шевелева А.А., Пономарев И.В. Прогнозирование динамики оборота розничной торговли в РФ // Сборник научных статей международной конференции “Ломоносовские чтения на Алтае: фундаментальные проблемы науки и образования” - 2017 [Электронный ресурс] / АлтГУ; отв. ред. Е.Д. Родионов. - Электрон. текст. дан. — Барнаул : ФГБОУ ВО “Алтайский государственный университет”, 2017. — С. 647–653.