

УДК 519.86

**ВЫЯВЛЕНИЕ ФРАКТАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЛЯ ПРОЦЕССА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ  
ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ НАЛОГОВЫХ ПОСТУПЛЕНИЙ**

*Беляков С.С., Овчаренко Н.Ф., Тебуева Ф.Б. (КЧГТА, г. Черкесск)*

Настоящая работа посвящена методам фрактального анализа экономических временных рядов с долговременной памятью. Необходимость использования инструментария фрактального анализа обусловлена тем, что в случае наличия долговременной памяти для уровней (наблюдений) рассматриваемого ряда не выполняется условие независимости и, как следствие, их поведение не подчиняется нормальному закону. В силу этого, базирующиеся на аппарате математической статистики эконометрические методы анализа и прогнозирования временных рядов, оказываются неадекватными.

Обзор подходов и экономико-математических методов предпрогнозного анализа эволюционных экономических процессов и соответствующих им временных рядов (ВР) позволяет сделать следующий вывод: одного универсального, удовлетворяющего всем требованиям, не обладающего недостатками метода анализа и прогнозирования не существует. Каждый подход и каждый метод имеют свои достоинства, недостатки, границы применения. Краткий анализ существующих к настоящему времени подходов и методов предпрогнозного анализа и прогнозирования можно найти в [1].

В данной работе авторами осуществляется фрактальный анализ двух временных рядов, соответственно ВР «всего налоговых поступлений» и ВР «выпуск продукции и услуг». Введем обозначения: ВР 1 – временной ряд (ВР) «Всего налоговых поступлений» ( $Z^1 = (z^1_i), i=1,2,\dots,n$ ), ВР 2 – ВР «Выпуск продукции и услуг» ( $Z^2 = (z^2_i), i=1,2,\dots,n$ ), где  $n = 84$  – количество помесечных наблюдений.

Реальное моделирование таких рядов потребовало использования и развития новых инструментальных и математических подходов, в частности, метода фрактального анализа, базирующегося на алгоритме R/S – анализа [2] временных рядов.

Одной из основных фрактальных характеристик ВР является цвет шума [3], который соответствует этому ряду на том или другом временном отрезке. Значения  $H > 2/3$  определяют

собой черный цвет шума. Чем больше значение  $H \in [2/3, 1]$ , тем большая трендоустойчивость присуща соответствующему отрезку ВР. Значения  $H$  в окрестности  $\sim 0,5 \pm 0,1$  определяют собой область белого шума, который соответствует "хаотичному поведению ВР" и, следовательно, наименьшей надежности прогноза. Значения  $H$  в окрестности  $\sim 0,3 \pm 0,1$  определяют собой пребывание соответствующего отрезка ВР в области розового шума. Розовый шум говорит о свойстве антиперсистентности [2] в случае, который означает, что ВР реверсирует чаще, чем ряд случайный. Рассматриваемым в настоящей работе ВР, за редким исключением, присущи черный и белый шум, а также, нестрого говоря, "серый шум", соответствующий области нечеткого разграничения между областями черного и белого шумов.

Смена тренда R/S-траектории в точке  $t = 9$ , сопровождаемая уходом H-траектории в зону белого шума, позволяет оценить числом 9 глубину памяти о начале рассматриваемого ряда.

Удаляя из ВР 1 последовательность из  $k$ -наблюдений,  $k = 1, 2, \dots, m < n$ , с помощью алгоритма R/S – анализа получаем оценку глубины памяти о начале ряда для ВР, начинающихся с рассматриваемого наблюдения. Для последовательности множества всех значений этой глубины строим эмпирическое распределение, которое служит базой для представления глубины памяти рассматриваемого ВР в целом в виде нечеткого множества (НМ)  $L(Z) = \{(l, \mu(l))\}$ , где  $\mu(l)$  – значение функции принадлежности для глубины памяти, равной числу  $l$ ,  $Z \in \{Z^1, Z^2\}$ .

Важнейший вывод, вытекающий из установленного факта наличия долговременной памяти во временных рядах налоговых поступлений состоит в том, что появляются основания для разработки системы среднесрочного прогноза этих показателей. Объем памяти используемого для прогнозирования клеточного автомата и, в конечном счете, трудоемкость вычислительной схемы прогнозирования существенным образом зависят от глубины памяти прогнозируемых ВР.

Выводы, вытекающие из результатов выполненных расчетов, состоят в следующем. Глубина памяти конкретного ВР не является фиксированным числом, а ее величина меняется вдоль рассматриваемого ВР. Для ВР 1 численное значение глубины памяти колеблется в отрезке натуральных чисел 4,5,...13, для ВР 2 – 4,5,...16. Выявленное свойство наличия долговременной памяти рассматриваемых ВР дает весомые основания для прогнозирования этих ВР, используя клеточно-автоматную прогнозную модель [4].

### Литература

1. Сигел Э. Практическая бизнес-статистика.– М.: Издательский дом «Вильямс», 2002. –1056 с.
2. Петерс Э. Хаос и порядок на рынках капитала. Новый аналитический взгляд на циклы, цены и изменчивость рынка. – М.: Мир, 2000. – 333 с.
3. Шредер М. Фракталы, хаос, степенные законы. Миниатюры из бесконечного рая. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001. – 528 с.
4. Перепелица В.А., Тебуева Ф. Б., Темирова Л. Г., Касаева М. Д. Прогнозная модель урожайности на базе клеточных автоматов и нечетких множеств / Труды III международной конференции «Новые технологии в управлении, бизнесе и праве», г. Невинномысск: ИУБП, 2004.– С. 163-167.