

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ МАЛЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ РЯДОВ

Сафонов Роман Анатольевич,

к.т.н., доцент

Государственный университет по землеустройству (Москва)

r.a.safonov@mail.ru

**Аннотация.** В статье предложены два возможных решения задачи прогнозирования малых динамических рядов.

**Ключевые слова:** динамический ряд, достоверность прогноза, критерии достоверности, тренд, скользящая средняя.

## FORECASTING OF SMALL DYNAMIC RANKS.

R. Safonov

The state university on land management (Moscow)

**Abstract.** In article two possible solutions of a problem of forecasting of small dynamic ranks are proposed.

**Key words:** a dynamic row, reliability of the forecast, criteria of reliability, the trend, sliding average.

**Д**инамические ряды с незначительным количеством уровней, как и малые выборки, имеют свои особенности обработки и анализа. Проблемы возникают, как при получении тренда динамического ряда, так и при прогнозе, но они не являются препятствием для самого прогнозирования. С учётом ограниченной достоверности результата, в этом случае, можно получить прогнозные значения. При выборе методов трендовых прогнозов малых динамических рядов, необходимо учитывать нейросетевые методологии [2] или другие способы моделирования, предложенных, к примеру, в работе [3].

Рассмотрим два характерных варианта прогнозирования малых динамических рядов. Анализ динамического ряда, полученного в результате государственного земельного контроля - количество выявленных нарушений, таблица 1.

Подбираем тренд этого динамического ряда. В качестве критериев близости выявляемого тренда к описываемой тенденции, можно использовать: коэффициент множественной корреляции, коэффициент детерминации, величину критерия Фишера и т.д. Возможность применения комплексного анализа предложенного в работе [1] для динамических рядов требует дополнительного исследования.

Первой для анализа тенденции выбирается линейная модель. Она позволяет определить направление изменения ряда. Полученный для неё коэффициент детерминации  $R^2=0,302$ , не позволяет применить эту модель для прогнозирования обрабатываемого ряда.

Рассмотрение нелинейных моделей необходимо начинать от более простых видов к сложным. Чрезмерное усложнение модели тренда приводит к уменьшению срока её прогнозного использования,

Таблица 1

Динамический ряд количества выявленных нарушений земельного законодательства

Год	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Количество выявленных нарушений	23	10	14	38	38	22	34

при незначительном увеличении критериальной точности описания основной тенденции. Простая же модель динамического ряда может использоваться, как при краткосрочном прогнозировании, так и среднесрочном (для долгосрочного прогноза в подавляющем большинстве случаев можно рекомендовать только линейную модель тренда). Поэтому в рассматриваемом случае, несмотря на очевидное присутствие колебаний динамического ряда, необходимо, сначала проанализировать: параболическую, гиперболическую, экспоненциальную и т.п. модели.

Для динамического ряда - количества выявленных нарушений, они не дали статистически значимого результата (например, коэффициент и экспоненциальной модели всего лишь 0,313 и близкие значения в прочих видах трендов), необходимо рассмотреть более сложные колебательные модели, в частности синусоидальную. Для неё получено уравнение тренда:

$$Y = 14,4 + 4,09 \times t - 13,2 \times \sin(10,3 - 1,64 \times t) \quad (1)$$

На рисунке 1 представлен синусоидальный тренд с экспериментальными значениями и доверительным интервалом, построенным на прогнозные значения тренда динамического ряда. Коэффициент детерминации для синусоидальной модели  $R^2 = 0,99464$ , критерий Фишера (F) = 92,8, статистическая ошибка = 1,4419 — показывают высокую точность описания данной моделью исследуемого динамического процесса.

По синусоидальной модели производим перспективную экстраполяцию динамического ряда – количество выявленных нарушений при проведении государственного земельного контроля, таблица 2.

Таблица 2

**Результаты прогноза синусоидальной модели**

Прогнозный период, год	Прогнозный уровень ряда (количество нарушений), шт.	Доверительный интервал на точечный прогноз
2012	50,2	3,33
2013	38,1	3,64
2014	54,1	3,97
2015	72,6	4,32
2016	62,6	4,69

Таблица 3

**Динамический ряд количества проведенных проверок**

Год	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Количество проведенных проверок	52	86	126	150	204	57	88

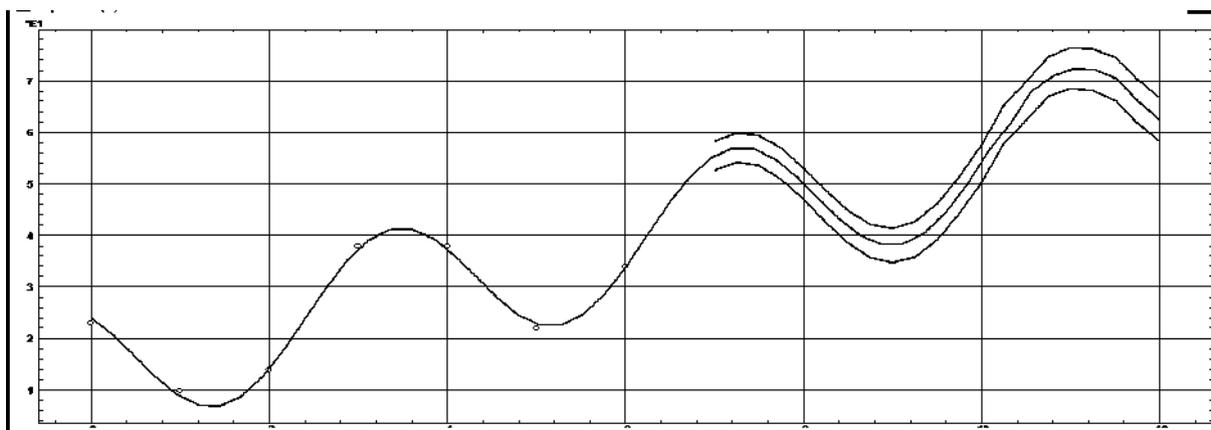


Рис. 1. Синусоидальная модель прогноза ряда – количество выявленных нарушений.

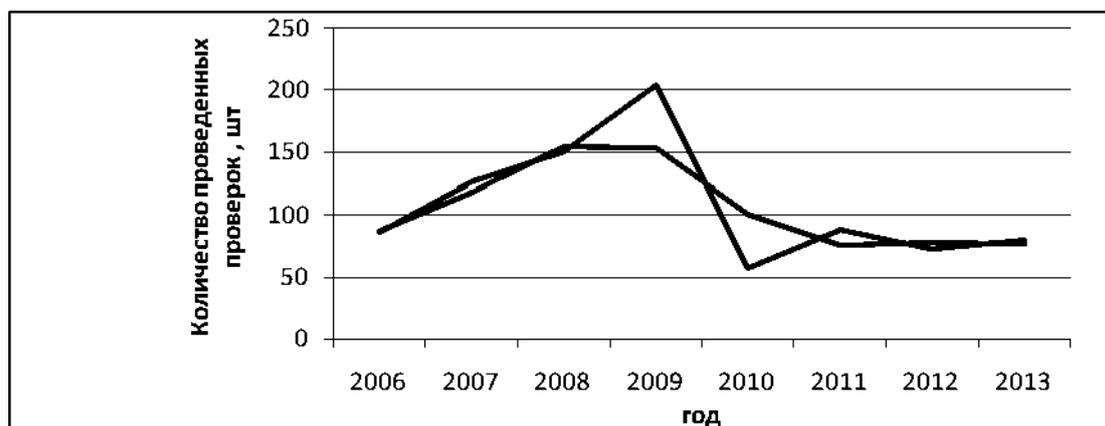


Рис. 2. Динамический ряд количества проведенных проверок и сглаженный ряд с прогнозными значениями

Доверительный интервал рассчитан с вероятностью 95%, а значит, незначительная ширина доверительного коридора характеризует приемлемую для малых динамических рядов, точность, как тренда, так и полученных значений точечного прогноза.

Рассмотрим другой динамический ряд – количество проведенных проверок в Ногинском районе, таблица 3.

В данном случае, для линейной модели тренда, коэффициент детерминации равен 0,032. Нелинейные модели показали не на много лучшие статистические критерии оценки точности. Синусоидальная модель тренда рассматриваемого

динамического ряда, имеет коэффициент детерминации равный 0,60276, что недостаточно для прогнозирования значений динамического ряда. В этом случае может быть применён метод простого скользящего среднего с периодом 2, получим результаты, представленные на рисунке 2, расчётные данные в таблице 4.

Последний столбец таблицы представляет собой сглаженные и центрированные значения динамического ряда, фактически являющиеся его трендом, представленным не в виде модели, а посредством выборочных значений. Данный метод позволяет также производить перспективную экстраполяцию уровней ряда и тренда.

**Применение метода простой скользящей средней  
для динамического ряда – количество проведенных проверок.**

t, год	Экспериментальный динамический ряд	Сглаженные динамический ряд	Тренд динамического ряда
2005	52	69	
2006	86	106	57,5
2007	126	132	119
2008	150	177	154,5
2009	204	130,5	153,7
2010	57	72,5	101,5
2011	88	80,2	76,3
2012	72,5	78,2	78,3
2013	80,2		77,3

Получен достаточно достоверный для малых динамических рядов результат.

Правильное логическое построение этапов определения модели тренда и ограничение критериев достоверности результата, для некоторых малых

динамических рядов, позволяет рассчитать приемлемую модель тренда и произвести достаточно качественный прогноз. В остальных случаях малые динамические ряды можно прогнозировать посредством скользящих средних.

### Список литературы

1. Сафонов Р.А. Обработка кадастровой информации методом комплексного множественного регрессионного анализа. Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2013. №2. С. 41-46.
2. Комаров С.И. Прогнозирование в системе управления земельно-имущественным комплексом. Имущественные отношения в Российской Федерации. 2010. №5. с. 84-100.
3. Незамайкин В.Н., Юрзинова И.Л. Выбор экономико-математической модели для оценки эффективности мероприятий налоговой политики. Вестник Финансового университета. 2011. №3. С. 30-33.