

## РАЗРАБОТКА МЕТОДА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ОБЪЕДИНЕНИЯ ТРЕНДОВ ВРЕМЕННОГО РЯДА

Иванюк В.А.

Финансовый университет при Правительстве РФ Россия, г. Москва,  
Ленинградский проспект, 49

Московский Государственный Технический Университет имени Н. Э. Баумана, г. Москва,  
2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1

*Аннотация: Предикативная аналитика - это область статистики, которая занимается извлечением информации из данных и использованием ее для прогнозирования тенденций и моделей поведения. Прогнозная аналитика включает в себя различные статистические методы. В докладе рассматриваются такие модели как: регрессионные модели, авторегрессионные модели, модели экспоненциального сглаживания. Приводится метод прогнозирования на основе объединения трендов.*

Ключевые слова: методы прогнозирования, временные ряды, тренд

### Введение

Временной ряд – это последовательность упорядоченных во времени числовых показателей, характеризующих уровень состояния и изменения изучаемого явления. Аналитически модель временного ряда можно описать двумя способами: по аддитивному и мультипликативному принципу.

Аддитивный принцип применяется тогда, когда составляющие временного ряда независимы:

где – тренд (систематическая составляющая долговременного действия), – циклическая или сезонная составляющая, – конъюнктурная или разовая составляющая, – случайная составляющая.

Если же составляющие временного ряда влияют друг на друга, то есть усиливают или ослабляют друг друга, то применяется мультипликативный принцип:

По существу, временной ряд описывает непрерывное явление, протекающее во времени. Но информация об этом явлении поступает выборочно. Вследствие этого реальный непрерывный процесс описывается в виде дискретных наборов данных.

Классификацию временных рядов можно провести по следующим признакам:

- по времени – моментные и интервальные;
- по форме представления уровней – ряды абсолютных, относительных и средних величин;
- по расстоянию между датами или интервалами времени выделяют полные и неполные временные ряды;
- по содержанию показателей – ряды частных и агрегированных показателей. Частные показатели характеризуют изучаемое явление односторонне, изолированно. Агрегированные показатели основаны на частных показателях и характеризуют изучаемый процесс комплексно.

Временные ряды могут характеризоваться любой из этих групп, но зачастую для хорошей прогностической модели выбирают полный временной ряд с относительными величинами.

### 1 Модели прогнозирования временных рядов

В настоящее время существует множество методов для прогнозирования временных рядов, но все их условно можно поделить на две группы: статистические и структурные.

В статистических моделях зависимость текущего прогнозируемого показателя от лаговых значений задаются некой формулой.

К статистическим моделям можно отнести следующие модели:

- регрессионные;
- авторегрессионные;
- модели экспоненциального сглаживания;
- модель на основе выборки максимального правдоподобия;

В структурных моделях зависимость прогнозируемого значения от лаговых задается в виде некоторой структуры и правил перехода по ней.

К структурным моделям относятся

- модели на базе цепей Маркова;
- модели на базе классификационно-регрессионных деревьев;
- нейросетевые модели;

*Регрессионная модель* относится к одной из самых простых моделей, входящих в группу статистических моделей. Для ее построения используется регрессионный анализ. Целью регрессионного анализа является определение зависимости между прогнозируемым значением показателя и некоторым набором факторов. При этом коэффициенты регрессии определяются либо методом наименьших квадратов, либо по методу максимального правдоподобия. Условно все регрессионные модели можно разделить на однофакторные и многофакторные, линейные и нелинейные.

*Авторегрессионные модели* строятся на предположении о том, что текущее значение временного ряда зависит от некоторого количества его лаговых значений. Самыми простыми представителями этого класса моделей являются модель авторегрессии (autoregressive, AR), согласно которой текущее значение прогнозируемого показателя зависит от суммы его лаговых значений, взятых с некоторым коэффициентом и модель скользящего среднего (moving average, MA), в которой значения прогнозируемой переменной описывается средним значением этой переменной за  $q$  периодов до текущего значения.

*Модели экспоненциального сглаживания.* Данный вид моделей является широко распространенным в силу их простоты и наглядности. Общий принцип экспоненциального сглаживания заключается в том, что в прогностической модели больший удельный вес присваивается значениям, которые отстают от прогнозируемого на меньший интервал времени, чем остальные. Соответственно, чем дальше значение от прогнозируемого значения, тем меньший вес у него будет.

Простая модель экспоненциального сглаживания (exponential smoothing, ES) часто используется для краткосрочного прогнозирования, то есть на период вперед. Суть модели заключается в том, что каждое новое сглаженное значение (прогноз) вычисляется как средневзвешенное значение текущего наблюдения и предыдущего сглаженного наблюдения. Сглаживание задается параметром  $0 \leq \alpha \leq 1$ , чем больше  $\alpha$ , тем больший вес придается текущему значению и меньший – предыдущему сглаженному значению и наоборот. В такой модели важным аспектом является определение начального сглаженного значения, часто его определяют как первое значение временного ряда, также его можно определить как среднее значение первых четырех или пяти наблюдений. Чем меньше параметр  $\alpha$ , тем важнее становится определение начального значения сглаженного среднего для более точной прогностической способности модели.

## **2 Достоинства и недостатки моделей**

*Регрессионные модели и методы.* Главные достоинства данного класса моделей: простота, гибкость и единообразие их анализа и проектирования. Если использовать линейные регрессионные модели, результат прогноза может быть получен быстрее, нежели при использовании остальных моделей. Также нельзя не отметить прозрачность моделирования, то есть все промежуточные вычисления доступны для анализа.

Определение функциональной зависимости переменных можно отнести к недостаткам в силу своей сложности. Кроме того, вычисление параметров модели является трудоемким процессом.

*Авторегрессионные модели и методы.* Основные достоинства данных моделей: гибкость и прозрачность моделирования. Также, анализ и проектирование моделей единообразен. Кроме того, авторегрессионные модели достаточно популярны при решении задач прогнозирования временных рядов.

Недостатки: определение большого числа параметров – процесс ресурсоемкий; модели недостаточно адаптивны.

*Модели и методы экспоненциального сглаживания.* Основное преимущество данного класса перед другими – способность решать задачи долгосрочного прогнозирования. Простоту и единообразие

анализа и проектирования моделей также следует отнести к преимуществам. Отсутствие гибкости является главным недостатком.

### **3Разработка метода прогнозирования на основе объединения трендов**

Метод прогнозирования на основе объединения трендов строится на основе совокупности линейного, логарифмического и гармонического трендов и рассчитывается посредством последовательной трендовой декомпозиции.

Прогноз представляет собой совокупность трендов, описывающих движение стоимости актива. В таком прогнозе в виде трендов учтены общие тенденции движения актива, пороги насыщения, периодические составляющие. Представлена функция прогноза как совокупность насыщаемого (логарифмического) не насыщаемого (линейного) и гармонического трендов:  $y = y_{\text{лог}} + y_{\text{лин}} + y_{\text{гар}}$ ,

где:  $y_{\text{ло}}$

Таким образом:  $y = a_1 \cdot \ln(x) + b_1 + a_2 \cdot x + b_2 + \sum a$

т.е.  $y = a_1 \cdot \ln(x) + a_2 \cdot x + \sum a_n \cdot \varphi(x) + b_0; b_0 = b_1 + b_2 + \sum b$

### **Литература**

1. *Иванюк В.А., Андропов К.Н., Егорова Н.Е.* Методы оценки эффективности и оптимизации инвестиционного портфеля // *Фундаментальные исследования*. 2016. № 3-3. С. 575-578.
2. *Иванюк В.А., Нижегородцев Р.М., Волкова В.М.* Применение генетического алгоритма к задаче оценки потенциального ВВП страны // *Вестник экономической интеграции*. 2011. № 1. С. 93-97
3. *Пащенко Ф.Ф., Иванюк В.А., Абдикеев Н.М.* Индикативное планирование в управлении процессами изменений // *Управленческие науки*. 2015. Т. 5. № 2. С. 63-70.