ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИНДИКАТОРАМИ НА ОСНОВЕ ИНТЕРПОЛЯЦИИ АЛГЕБРАИЧЕСКИМИ И ТРИГОНОМЕТРИЧЕСКИМИ ПОЛИНОМАМИ

П. А. Жидикова

Саратовский национальный исследовательский государственный университет им. Н. Г. Чернышевского, Россия
E-mail: ZhidikovaP@yandex.ru

Рассматриваются индикаторы для прогнозирования поведения показателя экономического процесса, использующие решение вспомогательных задач по интерполяции исторических данных алгебраическими или тригонометрическими полиномами. Приводится соответствующая схема бэк-тестирования.

FORECASTING OF ECONOMIC INDICATORS BASED ON INTERPOLATION BY ALGEBRAIC AND TRIGONOMETRIC POLYNOMIALS

P. A. Zhidikova

Indicators for predicting the behavior of an indicator of an economic process are considered, using the solution of auxiliary problems for interpolating historical data with algebraic or trigonometric polynomials. The corresponding back-testing scheme is given.

1. Одним из популярных направлений финансового анализа в последние годы является прогнозирование цен акций и поведения фондовых индексов на основе данных о предыдущих торговых периодах. Процесс принятия инвестиционных решений можно проводить, используя метод технического анализа, который включает в себя обширный набор индикаторов, базирующихся на исторических данных. Их построение заключается в том, что для получения прогнозных значений необходимо решить некоторую вспомогательную задачу интерполяции.

Пусть задана функция $y(t)$ дискретным набором значений (см. таблицу).

Значения функции в моменты времени

t	t_0	t_1	t_2	t_3	…	t_n
y	y_0	y_1	y_2	y_3	…	t_n

При этом $t_0 < t_1 < t_2 < t_3 < \ldots < t_n$ – узлы интерполяции. y – интерполируемая функция, f – интерполяционная функция («интерполянта»).

Требуется построить непрерывную определенную на некоторой области определения функцию $f(t)$, такую, чтобы выполнялось главное условие интерполяции (ГУИ): $y_k=f(t_k)= f_k,\ k = 0,\ \ldots,\ n.$

а) Поставим вспомогательную задачу для интерполяции алгебраическим полиномом.

Для обозначения искомой функции возьмем алгебраический многочлен степени n, определенный следующим образом:

$$\mathrm{Pn}(\mathrm{A},\mathrm{t}) = \mathrm{a_n} * \mathrm{t^n} + \mathrm{a_{n-1}} * \mathrm{t^{n-1}} + \cdots + \mathrm{a_1} * \mathrm{t} + \mathrm{a_0},$$

где A = (a_0, a_1, a_2, … , a_n).

b) Поставим вспомогательную задачу для интерполяции тригонометрическим полиномом.

Для обозначения искомой функции возьмем тригонометрический многочлен степени *n*, определенный следующим образом:

$$Pn(A,t) = \mathrm{a_n} * \cos(n*t) + \mathrm{a_{n-1}} * \cos((n-1)*t) + \cdots + \mathrm{a_1} * \cos(t) + \mathrm{a_0},$$

где A = (a_0, a_1, a_2, … , a_n).

Для того чтобы найти коэффициенты искомого многочлена, необходимо, чтобы он удовлетворял ГУИ, то есть выполняется следующая система уравнений:

$$\begin{cases} Pn(A,t_0) = f_0; \\ Pn(A,t_1) = f_1; \\ \quad\cdots \\ Pn(A,t_n) = f_n. \end{cases}$$

Получили систему из (n+1) линейных уравнений относительно (n+1) неизвестных. Неизвестными выступают коэффициенты $a_n,\ a_{n-1}, \dots, a_0$.

Найдя коэффициенты a_0, a_1, a_2, … , a_n и подставив их в $Pn(A,t)$ получим формулу для искомого интерполирующего многочлена.

Далее, подставляя в него следующую временную точку t_{n+1}, получим значение функции в этой следующей точке. В экономическом смысле – получим прогнозное значение.

2. Приведем план бэк-тестирования построенных индикаторов, предполагая, что нам известны исторические данные в моменты времени t = t_0, t_1 … t_N, n << N.

1. Выбираем степень полиномов n.

2. Выбираем количество необходимых узлов для решения задачи интерполяции n+1.

3. Полагаем *i* = 0.

4. Решаем задачи интерполяции для алгебраического и тригонометрического полиномов – системы линейных уравнений. Получаем их решения – векторы коэффициентов $A^1 = (a_0^1, a_1^1, a_2^1, \dots, a_n^1)$ и $A^2 = (a_0^2, a_1^2, a_2^2, \dots, a_n^2)$.

5. Подставляем полученные коэффициенты и следующую временную точку в формулы полиномов.

$$IA_n(t_{i+n+1}) = Pn(A_i^1, t_{i+n+1});$$
$$IT_n(t_{i+n+1}) = Pn\left(A_i^2, t_{i+n+1}\right),$$

где IA_n – индикатор на основе алгебраического полинома, IT_n – индикатор на основе тригонометрического полинома.

6. Проверяем, если $i + n + 1 < N$, то увеличиваем i на единицу $i = i + 1$. Возвращаемся в пункт 4. Иначе, если $i + n + 1 = N$, расчеты заканчиваются.

Получившиеся значения индикаторов рассчитаны во всех временных точках $t_{n+1}t_{n+2},\dots,t_N$. Эти значения принимаем в качестве прогнозных значений. Теперь их можно сравнить и посмотреть, чья прогнозная сила была точнее, а значит лучше.

3. В докладе будут приведены результаты вычислительных экспериментов на исторических данных цен на акции банка «Тинькофф». Отметим, что похожие эксперименты уже проводились, но на других данных и не сравнивались между собой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Мэрфи Д.* Технический анализ фьючерсных рынков / пер. с англ. М.: Сокол, 1996.

2. *Зуховицкий С. И., Авдеева Л. И.* Линейное и выпуклое программирование / М. : Наука, 1967.

3. *Березин И. С., Жидков Н. П.* Методы вычислений / М. : ГИФМЛ, 1962.

4. Официальный сайт Финам. [Электронный ресурс]. URL: https://www.finam.ru/ (дата обращения: 01.10.2021).

5. *Плотников Г. А., Дудов С. И.* Прогнозирование экономического процесса на основе полиномиального приближения его показателей. // Математическое и компьютерное моделирование в экономике, страховании и управлении рисками : матер. VII Междунар. молодеж. научн.-практ. конф. Саратов: Изд-во Саратовского университета, 2018.