

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ КРИТЕРИЕВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПРОГНОСТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

Громковский А.А.¹, Костылева Л.Н.¹

¹ – ВУНЦ ВВС ВВА, Воронеж, Россия, aag68@bk.ru

Аннотация. В статье рассмотрено применение информационных критериев Акаике и Шварца для спецификации прогностических моделей метеорологических величин. Применение данных критериев позволяет повысить корректность выбора прогностической модели. В работе данная задача решена на примере спецификации прогностических моделей среднесуточной температуры воздуха на разных изобарических поверхностях.

Ключевые слова: моделирование, спецификация, информационные критерии, анализ данных, авторегрессия.

При использовании итеративного подхода для построения прогностических моделей вид итогового соотношения выбирается с помощью детального анализа графика автокорреляционной функции (АКФ) и частной автокорреляционной функции (ЧАКФ) временного ряда значений исследуемой величины с последующим сравнением структуры этого графика с теоретически заданной обоснованной структурой рассматриваемого процесса [1, 2]. При выборе прогностической модели может получиться, что несколько соотношений будут достаточно полно отвечать теоретически заданной структуре АКФ, ЧАКФ и исследователь ставится перед выбором между простотой и точностью [3].

В этом случае предлагается использовать подход к спецификации прогностической модели, учитывающий как качество выбора вида модели, так и количество ее коэффициентов, основанный на использовании информационных критериев [4]. Согласно информационному критерию Акаике [5], наилучшей считается модель, минимизирующая соотношение:

$$AIC = \ln \delta^2 + \frac{2}{n} m \quad (1)$$

где $\ln \delta^2$ – натуральный логарифм остаточной дисперсии исследуемой прогностической модели; n – количество наблюдений; m – общее количество параметров (с учетом постоянного коэффициента) прогностической модели.

По Байесовскому информационному критерию Шварца (BIC) [6], отдают предпочтение модели, для которой достигается минимизирующее выражение:

$$BIC = \ln \delta^2 + \frac{\ln n}{n} m \quad (2)$$

Оба критерия используют логарифмическое выражение остаточной дисперсии построенной модели и различаются только вторым слагаемым. Вторым компонент в выражениях для информационных критериев AIC и BIC представляет собой «штрафной фактор», отражающий включение в прогностическую модель дополнительных коэффициентов [7]. При таком построении критерий Шварца предполагает большее ограничение на число коэффициентов модели по сравнению с критерием Акаике. Соответственно, при решении задачи спецификации, минимизация критерия BIC всегда показывает на число коэффициентов, не превышающее число, соответствующее критерию AIC.

Для построения прогноза среднесуточной температуры воздуха в точке атмосферы с заданными координатами на разных изобарических поверхностях (АТ-850, АТ-700, АТ-600, АТ-500) были построены АКФ и ЧАКФ временного ряда рассматриваемой метеорологической величины. В результате анализа АКФ и ЧАКФ были выбраны модели

авторегрессии первого AR(1) и второго порядка AR(2). Параметры предложенных прогностических моделей оценивались методом наименьших квадратов. Получены следующие модели:

Поверхность АТ-850:

Модель авторегрессии первого порядка:

$$AR(1) : y = 0,57 + 0,902y_{t-1} + \varepsilon.$$

Модель авторегрессии второго порядка:

$$AR(2) : y = 0,53 + 0,85y_{t-1} + 0,06y_{t-2} + \varepsilon.$$

Поверхность АТ-700:

Модель авторегрессии первого порядка:

$$AR(1) : y = 0,27 + 0,902y_{t-1} + \varepsilon.$$

Модель авторегрессии второго порядка:

$$AR(2) : y = -0,26 + 0,84y_{t-1} + 0,06y_{t-2} + \varepsilon.$$

Поверхность АТ-600:

Модель авторегрессии первого порядка:

$$AR(1) : y = -0,88 + 0,91y_{t-1} + \varepsilon.$$

Модель авторегрессии второго порядка:

$$AR(2) : y = -0,8 + 0,827y_{t-1} + 0,09y_{t-2} + \varepsilon.$$

Поверхность АТ – 500:

Модель авторегрессии первого порядка:

$$AR(1) : y = -1,47 + 0,92y_{t-1}.$$

Модель авторегрессии второго порядка:

$$AR(2) : y = -1,35 + 0,84y_{t-1} + 0,08y_{t-2} + \varepsilon.$$

Для построенных прогностических моделей авторегрессии среднедневной температуры воздуха на разных изобарических поверхностях были рассчитаны значения информационных критериев Акаике и Шварца (таблица 1).

Таблица 1 – Значения информационных критериев для прогностических моделей температуры воздуха.

	АТ – 850		АТ – 700		АТ – 600		АТ - 500	
	AR (1)	AR (2)						
AIC	2,4889	2,4623	9,1743	9,1706	8,9913	8,9899	8,8452	9,3731
BIC	9,49	9,47	9,1702	9,1640	8,9792	8,9629	8,8544	9,3868

В соответствие с принципом минимизации значений критериев Акаике и Шварца для выбора наилучшей прогностической модели на поверхности АТ-850 предпочтительнее использовать модель AR (2); на поверхности АТ-700 предпочтительнее использовать модель AR (2); на поверхности АТ-600 предпочтительнее использовать модель AR (2); на поверхности АТ-500 предпочтительнее использовать модель AR (1).

Литература.

1. Тюрин Ю.Н., Макаров А. А. Анализ данных на компьютере / М.: МЦМНО, 2016. 368 с.
2. Загоруйко Н. Г. Прикладные методы анализа данных и знаний. Новосибирск.: ИМ СО РАН, 1999. 270 с.
3. Berthold M., Hand D.J. (Eds.) Intelligent Data Analysis: An Introduction. 2nd revised and extended Edition. Springer, 2007. 515 p.
4. Hamilton, J. D. Time Series Analysis. Princeton: Princeton University Press, 1994. 816 p.
5. Бендат Дж., Пирсол А. Прикладной анализ случайных данных / М.: Мир, 1989. 540 с.

6. Бокс Дж., Дженкинс Г. Анализ временных рядов. Прогноз и управление / М.: Мир, 1974. кн. 2. 197 с.
7. Maddala G. S., Kim I. M. Unit Roots, Cointegration and Structural Change / Cambridge: Cambridge University Press, 1998. 505 p.

**APPLICATION OF INFORMATION CRITERIA
IN THE DEVELOPMENT OF PROGNOSTIC MODELS
OF METEOROLOGICAL QUANTITIES**

Gromkovskii A.A.¹, Kostyleva L.N.¹

¹ – *MERC AF “AFA”, Voronezh, Russia*

Annotation. The article considers the application of information criteria of Akaike and Schwartz for the specification of prognostic models of meteorological quantities. The use of these criteria allows to increase the correctness of the prognostic model selection. In this paper, this problem is solved by the example of the specification of predictive models of the average daily air temperature on different Iso-baric surfaces.

Keywords: modeling, specification, information criteria, data analysis, autoregression.