

Кохова Л.М. Одна из методик математического моделирования астрофизических процессов с помощью временных рядов. // Проблемы информатики в образовании, управлении, экономике и технике: Сб. статей VIII Всерос. научно-техн. конф. – Пенза: ПДЗ, 2008. – С. 274-276.

## **ОДНА ИЗ МЕТОДИК МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ АСТРОФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ С ПОМОЩЬЮ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ**

Л.М. Кохова

Ставропольский государственный университет,  
г. Ставрополь

Понятие временного ряда как упорядоченной совокупности дискретных измерений включает обширный круг данных наблюдений в физике, экономике и технике. Характерным свойством реальных временных рядов является наличие случайной компоненты, иногда представляющей собой просто шум, но нередко выступающей и в качестве основного источника информации о физическом процессе. Характерной особенностью временных рядов является то, что наблюдения за некоторым объектом производятся последовательно времени. Для исследования были взяты астрономические спектры недалекой звезды.

Для обработки астрономических спектров в настоящее время используют несколько мощных систем обработки, являющихся «de facto» стандартными; в первую очередь, это IRAF и MIDAS – универсальные пакеты программ, позволяющие обработать любые астрономические данные, в том числе неспектральные. В силу своей универсальности они достаточно громоздки и непросты для освоения. Кроме того, все эти системы могут работать только в клонах операционной системы UNIX. В данной же работе мы оперировали пакетом программ DECH, который позволяет обработать спектральные данные любого типа (эшелле, однопорядковые классические, полученные с резателем изображения). Главная цель обработки физических сигналов заключается в необходимости получения содержащейся в них информации. Как только извлекли желаемую информацию из сигнала, она может быть использована в дальнейшем.

Математическая модель не может быть полностью адекватна реальному явлению, поэтому для его исследования лучше использовать несколько моделей, для построения которых применимы разные математические методы. Методы можно разделить на два вида моделей: 1) адаптивные модели: модель Брауна, модель Хольта и модель Хольта-Уинтерса; 2) компонентный анализ.

В настоящей работе рассмотрим методику прогнозирования полученных данных с помощью компонентного анализа.

### *1. Оценка и удаление тренда*

а) сперва нужно выяснить, имеет ли исходный ряд тренд. Для этого проводится спектральный анализ исходного ряда;

б) для того чтобы оценить тренд параметрическим методом, подбирается гладкая функция, описывающая долгосрочную тенденцию исходного ряда;

в) теперь, определив тренд, нужно его удалить вычитанием из исходного ряда.

### *2. Оценка и удаление сезонной компоненты*

а) выяснение наличия сезонной компоненты в ряде с удаленным трендом производится, как и в случае тренда, с помощью спектрограммы. Смотрится спектр ряда с удаленным трендом, и выясняется наличие или отсутствие сезонности. В случае ее наличия также по спектрограмме находится период колебаний, и потом удаляется сезонная компонента;

б) после того как удалена сезонная компонента, можно приступить к моделированию случайного стационарного процесса (ССП).

3. Далее проводится *моделирование* ССП методами АРСС (модель авторегрессии скользящего среднего) и АРПСС (модель авторегрессии проинтегрированного скользящего среднего), а потом выбирается наиболее верный.

а) модель АРСС строится на ряде с удаленным трендом и сезонной компонентой. Сначала выясняют порядки  $p$  (порядок авторегрессионного процесса) и  $q$  (период запаздывания). Для того чтобы их выяснить, строят коррелограммы АКФ для нахождения  $q$  и ЧАКФ для нахождения  $p$ . Их строят на ряде с удаленным трендом и сезонной компонентой. С помощью полученных коррелограмм и эмпирического поиска наименьшей среднеквадратичной ошибки определяют неизвестные параметры:  $p$  и  $q$ . Далее моделируют ССП методом АРСС с полученными параметрами  $p$  и  $q$  и среднеквадратичной ошибкой. Дальнейшее преобразование в прогноз временного ряда осуществляется сложением тренда и смоделированного ССП;

б) моделирование с помощью АРПСС производится на исходном ряде. Прежде всего нужно определить порядки  $p$ ,  $d$  и  $q$ . На практике это делается на основе разностей только первого или второго порядков. Термин «проинтегрированный» означает, какого порядка нужно взять разность, чтобы получить ССП. Тогда порядком разности и будет  $d$ . Порядки  $p$  и  $q$  определяются с помощью коррелограмм ЧАКФ и АКФ ССП, полученного разностями. Если это затруднительно сделать, то порядки  $p$  и  $q$  определяют эмпирическим методом по наименьшей среднеквадратичной ошибке.

#### 4. Установление адекватности модели

Для определения адекватности модели строится спектрограмма ряда остатков после моделирования ССП. Модель считается адекватной, если спектр ряда является спектром «белого шума». Спектр «белого шума» представляет собой линию, горизонтальную оси абсцисс. Далее строится прогноз с помощью адаптивных моделей. В конце, после прогнозирования, мы проверяем полученную модель на адекватность, т. е. соответствие модели исследуемому объекту или процессу. Так как полного соответствия модели реальному объекту быть не может, адекватность в какой-то мере условное понятие. Модель временного ряда считается адекватной, если правильно отражает систематические компоненты временного ряда.

С помощью этой методики удастся найти решение поставленной задачи.

#### Библиографический список

1. Грешилов, А.А., Стакун, В.А., Стакун, А.А. Математические методы построения прогнозов. – М.: Радио и связь, 1997. – 112 с.
2. Князевский, В.С. Житников, И.В. Анализ временных рядов и прогнозирование. – Ростов-н/Д.: Рост. гос. экон. акад., 1998. – 161 с.