

## ИТЕРАТИВНЫЕ МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА СТАТИСТИЧЕСКОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

При использовании статистических методов в прогнозировании информационная база чаще всего формируется из динамических рядов, характеризующих как развитие исследуемого объекта, так и изменения влияющих на объект факторов. Разработка качественного прогноза в значительной степени зависит от полноты, стабильности, достоверности и точности имеющейся в распоряжении информации.

Динамические ряды, являющиеся основой моделирования, зачастую содержат нехарактерные для исследуемого объекта наблюдения, что в свою очередь негативно влияет на значения параметров моделей и вместе с тем снижает значение практического применения прогнозов.

Под нехарактерными уровнями динамического ряда понимаются отдельные уровни, не соответствующие потенциальным возможностям исследуемого объекта или явления, и, в случае их оставления в динамическом ряду, такие уровни существенно влияют на характеристику динамического ряда, а также на результаты применения статистических методов и моделей.

Качество прогноза улучшается за счет либо исключения нехарактерных уровней динамического ряда, либо уменьшения их влияния.

Авторы работы предлагают методы исключения нехарактерных уровней динамического ряда и итеративные методы снижения их влияния, а также способы дисконтирования динамических рядов.

### Итеративный метод исключения нехарактерных уровней динамического ряда

1. Определение начальных значений параметров модели  $A_0 = \varphi(y, t)$ , расчет теоретических значений  $\bar{y}_0 = f(A_0, y, t)$  и стандартного отклонения  $S_{\bar{y}_0}$ .

2. Определение отклонений  $\varepsilon_{i_0} = y_i - \bar{y}_0$ .

3. Присвоение значений весовым коэффициентам:

$$\beta_i = 0, \text{ для которых } |\varepsilon_{i_0}| > t_\alpha S_{\bar{y}_0};$$

$$\beta_i = 1, \text{ для которых } |\varepsilon_{i_0}| < t_\alpha S_{\bar{y}_0}.$$

4. Оценка параметров модели  $A = \varphi(y, t, \beta_i)$ , расчет теоретических значений  $\bar{y}_i = f(A, y, t, \beta_i)$  и  $S_{\bar{y}_i}$ .

5. Определение отклонений  $\varepsilon_i = y_i - \bar{y}_i$ .

6. Проверка: если  $m + 1 < k$ , то  $\varepsilon_{i_0} = \varepsilon_i$ ,  $S_{\bar{y}_0} = S_{\bar{y}_i}$  и следует проделать следующую итерацию (возврат к пункту 3); если  $m + 1 = k$ , то следует перейти к следующему пункту ( $m$  — число исключенных  $y_i$ ,  $k$  — число допустимых исключаемых рядов динамического ряда).

7. Результаты моделирования:  $\bar{y}_i = f(A, y, t, \beta_i)$ .

Альтернативным подходом к исключению нехарактерных наблюдений является уменьшение их влияния. В этом случае весовые коэффициенты  $\beta$ , определяются как функция от отклонений  $\varepsilon$ . Если принять в качестве основания предположение о том, что  $\varepsilon$  распределены согласно закону нормального распределения, то при определении  $\beta$  можно использовать дифференциальную функцию нормального распределения. Уменьшение влияния нехарактерных наблюдений осуществляется итеративным путем.

**Итеративный метод уменьшения влияния нехарактерных уровней динамического ряда**

1. Оценка параметров  $A_0 = \varphi(y_t, t)$  и  $S_{y_0}$  модели  $\tilde{y}_{t_0} = f(A_0, y_t, t)$ .

2. Расчет отклонений  $\varepsilon_{t_0} = |y_t - \tilde{y}_{t_0}|$ .

3. Определение весовых коэффициентов  $\beta_t = e^{-\frac{\varepsilon_{t_0}^2}{S_{y_0}^2}}$ .

4. Оценка  $A = \varphi(y_t, t, \beta_t)$  модели  $\tilde{y}_t = f(A, y_t, t, \beta_t)$  и подсчет  $S_y$ .

5. Расчет отклонений  $\varepsilon_t = |y_t - \tilde{y}_t|$ .

6. Проверка:  $\left| \sum_{t=1}^n \varepsilon_t - \sum_{t=1}^n \varepsilon_{t_0} \right| < \Delta$ , где  $\Delta$  — результат расчета. Если нера-

венство не подтверждено, то начальным значениям присваивают вычисленные  $\varepsilon_{t_0} = \varepsilon_t$ ,  $S_{y_0} = S_y$  и делают следующую итерацию (возврат на 3 пункт); если неравенство верно, то следует перейти к следующему пункту.

7. Результаты моделирования:  $\tilde{y}_t = f(A, y_t, t, \beta_t)$ .

Следует заметить, что значение весовых коэффициентов можно определить не только при помощи статистических методов, но и путем экспертных оценок. Это дает возможность рациональной комбинации различных методов прогнозирования.

*В.И. Яшкин, канд. физ.-мат. наук, доцент  
БГУ (Минск);*

*А.В. Марков, канд. физ.-мат. наук, доцент  
БГЭУ (Минск)*

## ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ MAPLE ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ В СФЕРЕ ТУРИЗМА

Индустрия туризма отличается от некоторых других сфер экономики тем, что доходы от туристского бизнеса носят не мгновенный характер, а увеличиваются по мере укрепления доверительного отношения потребителей туристских услуг к производителям этих услуг. Исследование действия рекламы на замкнутое население в сфере туризма при определенных условиях приводит к задаче Коши для уравнения Бернулли [1, 323—326]. Следует отметить, что для исследования экономи-